

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE

ÉCOLE PRATIQUE DES HAUTES ÉTUDES

Sciences de la Vie et de la Terre

MÉMOIRE

Présenté

Par

Mohamed El Hacen Javar Bacar

Pour l'obtention du diplôme de l'École Pratique des Hautes Études

TITRE : Contribution à l'étude descriptive et causale de la chorologie du Criquet pèlerin (*Schistocerca gregaria* Forskål, 1775) en Mauritanie.

Soutenu le 8 décembre 2011, à Paris

devant le jury suivant :

Marc BUI :	Directeur d'Études, EPHE – Président
Jean-François DURANTON :	Chargé de recherche, CIRAD – Tuteur scientifique
Marie-Françoise COUREL :	Directrice d'Études, EPHE – Tuteur pédagogique
Alexandre V. LATCHININSKY :	Prof. Assist. University of Wyoming USA – Rapporteur
Hala BAYOUMI :	Chargée de recherche, CNRS (Égypte) – Rapporteur
Jean-Michel VASSAL :	Directeur Unité Bioagresseurs/CIRAD – Examineur

Mémoire préparé sous la direction de :

Jean-François DURANTON : Chargé de recherche/CIRAD, Jfduranton2010@orange.fr

Laboratoire de : UR Bioagresseurs, Département Systèmes Biologiques/CIRAD

Directeur : Jean-Michel VASSAL, jean-michel.vassal@cirad.fr

et de

Marie-Françoise COUREL : Directrice d'Études, EPHE, Mf.courel@gmail.com

Laboratoire de : Géomorphologie et Environnement Littoral, GEL

EPHE (Sciences de la Vie et de la Terre)

Liste des signes et abréviations

ACP	: analyse des correspondances principales
AELP	: projet africain de lutte d'urgence contre le Criquet pèlerin
AFC	: analyse factorielle de correspondances
AFM	: analyse factorielle multiple
CAH	: classifications ascendantes hiérarchiques
CIRAD	: centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement
CLCPRO	: commission de lutte contre le Criquet pèlerin dans la région occidentale
CNLA	: centre national de lutte anti-acridienne
EPHE	: école pratique des hautes études
FAO	: organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture
FFEM	: fonds français pour l'environnement mondial
GEL	: laboratoire de géomorphologie et environnement littoral
PCA	: analyses en composantes principales
PCC	: poste central de commandement
RAMSES	: <i>reconnaissance and management system of the environment of Schistocerca</i>
SIG	: système d'information géographique
ULV	: ultra low volume
UR 106	: unité de recherche « Écologie et maîtrise des populations d'acridiens »
VA	: végétation annuelle
VP	: végétation pérenne

Liste des variables utilisées pour les analyses factorielles multiples

- LS : larve solitaire
- LT : larve *transiens*
- LG : larve grégaire
- IS : imago solitaire
- IT : imago *transiens*
- IG : imago grégaire
- LISOL : larve isolée
- LEPRS : larves éparses
- LGRP : larves groupées
- Bd : bandes larvaires
- IISOL : imagos isolés
- IEPR : imagos épars
- IGRP : imago groupés
- ESS : essaims
- NL : pas de larve
- NI : pas d'imago
- VCP : variable de couverture des pérennes
- VCH : variable de couverture des herbeuses
- VVP : variable de verdissement des pérennes
- VVH : variable de verdissement des herbeuses
- DH : variable de la dynamique de développement des herbeuses
- CLNAHrb : absence de communauté herbeuse
- CL1Hrb : classe herbeuse 1
- CL2Hrb : classe herbeuse 2
- CL3Hrb : classe herbeuse 3
- CL4Hrb : classe herbeuse 4
- CL5Hrb : classe herbeuse 5
- CL6Hrb : classe herbeuse 6
- CLNAPerr : absence de communauté pérenne
- CL1Perr : classe pérenne 1
- CL2Perr : classe pérenne 2
- CL3Perr : classe pérenne 3
- CL4Perr : classe pérenne 4
- Cu : cuvette
- Od : oued
- Id : interdunes
- Pl : plaine
- SF : texture fine
- SG : texture grossière
- Detr : détrempé
- Hum : humide
- Sec : sec
- NA : non renseigné

Remerciements

Ce travail n'aurait pu avoir lieu sans l'aide combien précieuse de plusieurs personnalités bienveillantes à mon égard, durant toute la période de la formation, que je tiens à remercier vivement et les assurer de ma profonde reconnaissance. Il s'agit de :

- **Le Ministère du Développement Rural et le Centre National de Lutte Anti-acridienne** qui ont accepté, malgré les intenses activités acridiennes, d'autoriser mes absences pour réaliser ce travail, sans oublier l'éternel appui de Monsieur Mohamed Abdellahi OULD BABAH (DG/CNLA) sur les plans scientifique, pédagogique et administratif ;

- **L'EPHE**

Je remercie sincèrement Marie-Françoise COUREL, Directrice d'Études à L'EPHE, département des Sciences de la Vie et la Terre, Laboratoire de Géomorphologie et Environnement Littoral (GEL), pour avoir accepté de m'accueillir au sein de son laboratoire et de m'encadrer malgré ses multiples occupations. Je remercie chaleureusement Jeannine LE RHUN, pour son assistance technique et ses orientations durant toute la durée de la formation ;

- **Le CIRAD**

Je ne saurais assez remercier Michel LECOQ, responsable de l'équipe Acridologie de l'UR Bioagresseurs, qui a eu l'amabilité de soutenir l'idée de la formation et de m'accueillir dans son unité en mettant à ma disposition tous les moyens nécessaires à l'accomplissement de mon travail ;

Je remercie Jean-Michel VASSAL, le nouveau responsable de l'équipe, pour son assistance constante. J'ai pu apprécier, au cours de mon séjour à l'Unité de Baillarguet, ses conseils appropriés, ses qualités humaines et son immense culture ;

J'ai une dette de reconnaissance particulière envers Jean-François DURANTON, qui a accepté mon encadrement durant toute cette période et même après son départ à la retraite un an avant l'achèvement du travail. Il a été toujours disponible, à la maison comme au bureau, pour me faire profiter de ses connaissances illimitées. Je ne saurais assez le remercier pour sa patience et les longues heures passées avec Access et ArcGis ;

Je remercie vivement Cyril PIOU, chargé de recherche, sans qui ce travail n'aurait pu être abouti. Malgré son calendrier chargé et ses multiples occupations, il m'a accompagné avec rigueur et compétence dans la mise au point de toutes les analyses ;

Un grand merci pour Antoine FOUCART, avec qui j'ai partagé, avec enthousiasme, le bureau et son espace « entomologie » pendant cette période. Il n'a ménagé aucun effort pour rendre mon séjour fructueux et agréable ;

Mes remerciements vont à Pierre-Emmanuel GAY, qui m'a fourni une assistance technique permanente et a répondu à toutes mes sollicitations, quasi-quotidiennes, durant toute la période du stage ;

Je remercie Laurence SCHMITT pour ses appuis administratifs et logistiques durant toute la durée de ma formation. Je la remercie également pour son aide technique précieuse dans la mise en forme de ce manuscrit ;

Monsieur Alex FRANC m'a initié à l'utilisation d'Access et ArcGis au démarrage de ma formation et a continué à m'appuyer constamment après son départ du CIRAD. Je tiens à le remercier vivement ainsi que Mme Brigitte LANGEVIN et l'assure de ma sincère amitié ;

Je remercie Marie-Pierre CHAPUIS pour ses appuis multiples particulièrement dans la préparation de la présentation du mémoire.

Je remercie Benjamin PELISSIE, pour ses appuis techniques et sa disponibilité pour apporter du soutien chaque fois qu'il est sollicité ;

Je remercie Tahar RACHADI, pour sa disponibilité et pour ses encouragements ;

Je remercie Vincent BONNAL, Christine PAGES et Laurence BLONDIN pour leur sympathie et courtoisie.

- **La FAO/CLCPRO**

Cette étude a été financée par l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture en collaboration avec la Commission de lutte contre le Criquet pèlerin en Afrique de l'ouest (CLCPRO) dont je remercie vivement et sincèrement les responsables. Que Monsieur Thami BEN HALIMA trouve ici l'expression de ma profonde reconnaissance.

Je remercie également Mohamed Lemine OULD AHMEDOU, pour ses conseils et ses encouragements ;

- **Le CNLA**

Je ne saurais assez remercier tous mes collègues du CNLA, chefs de service, chercheurs, chefs de divisions, prospecteurs, techniciens et personnels d'appui pour leurs soutiens et appuis. Du service recherche : Sid'Ahmed Ould MOHAMED, Sidi OULD ELY, Amadou Demba SY, Sidi CAMARA et Mohamed OULD ETHEIMINE ; des interventions : Amadou DIALLO ; de l'information acridienne : Ahmed Salem OULD SIDI BENAHI, Mohameden OULD MOHAMED MAHMOUD ; de l'administratif : Mohamed Abderrahmane OULD SIDI et Aminata TAMBOURA ; du matériel : Amar OULD AMAR et El Hambelly OULD MOHAMED. Un grand merci à Fatimetou MINT MAAOUIYA pour l'appui régulier dans la préparation administrative de mes voyages en France. Un grand merci également aux chargés de la collecte et de la saisie de l'information acridienne : Ne OULD MAATOUG, Ne BOUYE et Haby DIA.

Ce fût toujours un plaisir de travailler et d'échanger avec l'équipe AELP de la Banque mondiale, particulièrement Mohamed El Havedh OULD HENDAH, Mohamed OULD HADRAMI, Mohamed Ahmed Oud SIDI dit Lemrabott, Aliou WAGUÉ, Cherif Mohamed Habib KANE et Lemghaivry OULD ALY.

Tous mes remerciements à la famille TIMERA Mohamed à Paris.

Enfin, je remercie ma famille de son soutien constant tout au long de ces années.

Résumé

L'étude du fonctionnement des biotopes du Criquet pèlerin, *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) constitue une étape très importante dans la mise en œuvre de la stratégie de lutte préventive contre ses invasions. Pour contribuer à la précision et la caractérisation de ces biotopes potentiels, on a procédé, à partir des données de la base RAMSES, pour la période 1988-2009, à une utilisation conjointe des analyses factorielles multiples et des croisements spatio-temporels des différentes typologies [...]. À partir de ces analyses, on a établi deux types de cartes de probabilité d'observation des criquets et des communautés végétales herbeuses et pérennes sur des cadences mensuelles et trimestrielles. Les affinités des différents états phasaires du Criquet pèlerin (solitaire, *transiens* et grégaire), avec les divers paramètres de flore, d'habitat et de géomorphologie ont été décrites et synthétisées. Les résultats obtenus permettent de contribuer à la rationalisation de la stratégie spatio-temporelle de surveillance acridienne en Mauritanie.

Mots-clés : Criquet pèlerin, *Schistocerca gregaria*, Mauritanie, données acridiennes, analyse factorielle multiple, biotope.

Abstract

The study of the functioning of biotopes of the Desert Locust, *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) is a very important step in the implementation of preventive control strategy against Desert Locust invasions. To contribute to the accuracy and characterization of these potential habitats, we conducted simultaneously, from the RAMSES database several analyses, for the period between 1988 and 2009, using the Multiple Factor Analysis (MFA) and spatio-temporal cross-analyses of different typologies [...]. From these analyses, we established two types of observation probability maps of Desert Locusts and annual and perennial plant communities at sustainable rates on monthly and quarterly bases. The affinities of the various Desert Locust phase stages: solitarious, transient and gregarious, with various parameters such as flora, habitat and geomorphology have been described and summarized. These results can help to rationalize the spatio-temporal locust surveillance strategy in Mauritania.

Keywords: Desert locust, *Schistocerca gregaria*, Mauritania, locust data, multiple factor analysis, biotope.

Table des matières

Liste des signes et abréviations	I
Liste des variables utilisées pour les analyses factorielles multiples	II
Remerciements	III
Résumé	V
Table des matières	VI
Liste des tableaux :	VIII
Liste des figures :	IX
Contexte général	X
INTRODUCTION	1
1.1. Finalité et objectifs	3
1.2. Préparation et nettoyage de la base de données	3
1.2.1. Données acridiennes	4
1.2.1.1. Récupération des données	4
1.2.1.2. Harmonisation des enregistrements	4
1.2.1.2.1. Structuration de la table « Locust »	5
1.2.1.2.2. Occurrences des stades phénologiques et états phasaires	5
1.2.2. Données floristiques	5
1.2.2.1. Correction de l'orthographe des taxons	5
1.2.2.2. Récupération des données	6
1.2.2.3. Reclassement des espèces	7
1.2.2.4. Remplacement et correction des espèces floristiques de la période de Locdat	7
1.2.2.5. Création d'une sous base RAMSES de 36 647 enregistrements	7
1.2.2.6. Fusion des deux bases RAMSES et Locdat	7
1.2.3. Données sur l'habitat	7
1.2.3.1. Reconfiguration des appellations du relief	8
1.2.3.2. Correction des données sur la texture du sol	8
1.2.4. Données sur les traitements	9
1.2.4.1. Récupération de données	9
1.2.4.2. Harmonisation des enregistrements	10
1.3. Définition des variables et méthodes d'analyses	10
1.3.1. Définition des variables	10
1.3.1.1. Reconditionnement des données	10
1.3.1.2. Choix des variables	10
1.3.1.2.1. Variables pour les données acridiennes	10
1.3.1.2.2. Variables pour la végétation	13
1.3.1.2.3. Variables pour l'habitat	14
1.3.1.2.4. Variable floristique	16
1.3.1.3. Structure finale du tableau des données	16
1.3.2. Stratégie d'investigation	16
1.3.2.1. Méthodes d'analyses	16
1.3.2.1.1. Choix des méthodes d'analyses	16
1.3.2.1.2. Évolution de l'analyse	17
1.3.2.1.2.1. Analyse spatio-temporelle des données acridiennes	17

1.3.2.1.2.2.	Analyse de correspondances multiples pour les données acridiennes.....	18
1.3.2.1.2.3.	Analyse factorielle de correspondances pour la floristique.....	19
1.3.2.1.2.4.	Analyse de correspondances multiples globale.....	19
1.3.2.2.	Moyens mis en œuvre.....	20
2.	Résultats.....	21
2.1.	Analyse séparée des tableaux	21
2.1.1.	Données acridiennes	22
2.1.1.1.	Analyse spatio-temporelle	22
2.1.1.1.1.	Probabilité d'observation de criquet au trimestre T1	22
2.1.1.1.2.	Probabilité d'observation de criquet au trimestre T2	23
2.1.1.1.3.	Probabilité d'observation de criquet au trimestre T3	24
2.1.1.1.4.	Probabilité d'observation de criquet au trimestre T4	25
2.1.1.2.	AFC pour les données acridiennes	26
2.1.1.2.1.	Représentation graphique des résultats de l'analyse AFC.....	28
2.1.1.2.2.	Résultats de l'AFC	28
2.1.2.	Données floristiques	30
2.1.2.1.	Espèces annuelles (herbeuses).....	30
2.1.2.2.	Espèces pérennes	49
2.1.3.	Données de la végétation	61
2.1.3.1.	Représentation graphique des résultats de l'analyse AFC.....	62
2.1.3.2.	Résultats de l'analyse	62
2.1.4.	Données de l'habitat	65
2.1.4.1.	Représentation graphique des résultats de l'analyse AFC.....	66
2.1.4.2.	Résultats de l'AFC	66
2.1.4.3.	Analyse habitat sans « NA ».....	68
2.2.	Analyse multivariée globale.....	69
2.2.1.	Représentation graphique.....	71
2.2.2.	Résultats de l'analyse.....	71
3.	Discussion.....	74
3.1.	À propos des données de RAMSES	74
3.2.	Investigations et résultats	76
	Conclusions et perspectives	80
	Bibliographie.....	81
	ANNEXES.....	87
	Annexe 1a : Liste des espèces herbeuses utilisées dans les analyses factorielles multiples. ..	88
	Annexe 1b : Liste des espèces pérennes utilisées dans les analyses factorielles multiples.....	91
	Annexe 2 : Tableau des corrections des données floristiques de la période de Locdat.....	93
	Annexe 3 : Tableau des corrections des données de l'habitat.	95
	Annexe 4 : Cartes de probabilité d'observation des criquets sur cadence mensuelle.	96
	Annexe 5 : Correction des cartes floristiques	98
	Annexe 6 : Liste des variables retenues pour l'analyse.	99

Liste des tableaux :

Tableau I. Structure données sol	9
Tableau II. Fréquences d'occurrence des acridiens.....	11
Tableau III. Fréquences d'occurrence des larves	11
Tableau IV. Fréquences d'occurrence des ailés	12
Tableau V. Fréquences d'occurrence des états des larves.....	12
Tableau VI. Fréquences d'occurrence des états des ailés.....	13
Tableau VII. Effectifs et variable de la dynamique de développement.....	13
Tableau VIII. Fréquences d'occurrence des pourcentages de couverture des annuelles.....	13
Tableau IX. Fréquences d'occurrence des pourcentages de couverture des pérennes	14
Tableau X. Fréquences d'occurrence de verdissement des herbeuses	14
Tableau XI. Fréquences d'occurrence des pourcentages de verdissement des pérennes	14
Tableau XII. Fréquences d'occurrence de la variable habitat	15
Tableau XIII. Fréquences d'occurrence de la variable sol	15
Tableau XIV. Fréquences d'occurrence de la variable de l'humidité	15
Tableau XV. Valeurs propres et pourcentages d'inertie	27
Tableau XVI. Contribution des variables aux 3 axes factoriels	27
Tableau XVII. Fréquences d'occurrence des classes herbeuses.....	32
Tableau XVIII. Classe 1 de la communauté des herbeuses.....	34
Tableau XIX. Classe 2 de la communauté des herbeuses	36
Tableau XX. Classe 3 de la communauté des herbeuses.....	39
Tableau XXI. Classe 4 de la communauté des herbeuses	42
Tableau XXII. Classe 5 de la communauté des herbeuses	45
Tableau XXIII. Classe 6 de la communauté des herbeuses.....	47
Tableau XXIV. Fréquences d'occurrences des classes pérennes	50
Tableau XXV. Classe 1 de la communauté des pérennes	51
Tableau XXVI. Classe 2 de la communauté des pérennes	53
Tableau XXVII. Classe 3 de la communauté des pérennes.....	56
Tableau XXVIII. Classe 4 de la communauté des pérennes	58
Tableau XXIX. Valeurs propres et pourcentages d'inertie	61
Tableau XXX. Contributions des variables aux 3 axes factoriels	62
Tableau XXXI. Valeurs propres et pourcentages d'inertie	65
Tableau XXXII. Contribution des variables aux 3 axes factoriels	66
Tableau XXXIII. Données des valeurs propres habitat sans NA	68
Tableau XXXIV. Contributions des axes 1 et 2 aux inerties	68
Tableau XXXV. Valeurs propres et pourcentages d'inertie.....	70
Tableau XXXVI. Contribution des variables aux 3 axes factoriels	70

Liste des figures :

Figure hors texte : carte administrative de la Mauritanie	XII
Figure 1 : structure relationnelle de la base RAMSES v2.....	3
Figure 2 : carte de tous les points de prospection RAMSES.....	21
Figure 3 : carte de la probabilité d'observation des criquets au trimestre T1	23
Figure 4 : carte de la probabilité d'observation des criquets au trimestre T2	24
Figure 5 : carte de la probabilité d'observation des criquets au trimestre T3	25
Figure 6 : carte de la probabilité d'observation des criquets au trimestre T4	26
Figure 7 : carte factorielle des données acridiennes : axe 1/2	28
Figure 8 : carte factorielle des données acridiennes : axe 1/3	29
Figure 9 : carte factorielle des espèces annuelles : axes 1 et 2	31
Figure 10 : représentation graphique des classes des herbeuses.	32
Figure 11 : dendrogramme des espèces annuelles.....	33
Figure 12 : carte de distribution de la classe herbeuse 1	35
Figure 13 : carte de distribution de la classe herbeuse 2	38
Figure 14 : carte de distribution de la classe herbeuse 3	41
Figure 15 : carte de distribution de la classe herbeuse 4	44
Figure 16 : carte de distribution de la classe herbeuse 5	46
Figure 17 : carte de distribution de la classe herbeuse 6	48
Figure 18 : carte factorielle des espèces pérennes, axes 1 et 2.....	49
Figure 19 : représentation des classes des pérennes.....	50
Figure 20 : dendrogramme des espèces pérennes	51
Figure 21 : carte de distribution de la classe pérenne 1.....	53
Figure 22 : carte de distribution de la classe pérenne 2.....	55
Figure 23 : carte de distribution de la classe pérenne 3.....	58
Figure 24 : carte de distribution de la classe pérenne 4.....	60
Figure 25 : carte factorielle des données de végétation, axes 1et 2.....	62
Figure 26 : carte factorielle des données de végétation, axes 1et 3.....	64
Figure 27 : carte factorielle des données de l'habitat, axes 1et 2.....	66
Figure 28 : carte factorielle des données de l'habitat, axes 1 et 3.....	67
Figure 29 : carte factorielle des données de l'habitat sans (NA), axes 1et 2.....	69
Figure 30 : carte factorielle de l'analyse globale, axes 1 et 2.....	71
Figure 31 : carte factorielle de l'analyse globale, axes 1 et 3.....	72
Figure 32 : carte factorielle de l'analyse globale, axes 2 et 3.....	73

Contexte général

La recherche de solutions aux problèmes des recrudescences et invasions du Criquet pèlerin, *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775), reste l'une des priorités des pays affectés par les apparitions du ravageur, des institutions régionales et internationales en charge de la gestion du fléau et plus largement la communauté internationale. C'est dans ce cadre que s'inscrit ce travail qui symbolise une coopération bilatérale scientifique fructueuse entre d'une part, la France, par le biais de l'École Pratique des Hautes Études (EPHE) et le Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD) et d'autre part la Mauritanie à travers son Centre National de Lutte Antiacridienne (CNLA). L'EPHE et le CIRAD sont représentés respectivement par le département des sciences de la vie et de la terre et son Laboratoire de Géomorphologie et Environnement Littoral à Paris et le département Systèmes biologiques du CIRAD avec son Unité de Recherche « Bioagresseurs : analyse et gestion du risque » dont une des équipes s'occupe spécifiquement de l'Écologie et de la Maîtrise des populations d'acridiens.

C'est à ce titre, que dans le cadre de l'exécution du projet FFEM « Traitement environnemental de la lutte anti-acridienne en Afrique de l'Ouest et du Nord-Ouest » dont le maître d'œuvre est l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) en collaboration avec la Commission de lutte contre le Criquet pèlerin dans la Région Occidentale (CLCPRO), que l'auteur a bénéficié d'une bourse pour l'accomplissement d'un diplôme EPHE au cours des années universitaires (2009/2010 ; 2010/2011).

Au cours des deux années universitaires, plusieurs séjours ont été effectués en France, principalement à Paris, pour la participation au cours des unités d'enseignement et à Montpellier, au niveau de l'Équipe de Recherche « Écologie et maîtrise des populations d'acridiens » de Baillarguet en compagnie du maître d'études, Jean-François DURANTON. Les périodes de séjour en France, se sont déroulées comme suit : 3 mois en 2009, 7 mois en 2010 et 5 mois en 2011.

L'étude entreprise par l'auteur s'inscrivait dans le cadre de la consolidation de la lutte préventive contre le Criquet pèlerin et visait la description et la causalité d'une zonation acridienne du territoire mauritanien. Les outils disponibles pour faire aboutir ce travail reposaient, essentiellement, sur les données synthétisées dans la base de données RAMSES du Centre national de lutte anti-acridienne de Mauritanie, les données météorologiques de 40 stations météo en Mauritanie et les résultats des travaux réalisés par BABAH EBBE (2009) sur la biogéographie de Criquet pèlerin et le fonctionnement des aires grégariques en Mauritanie.

Les travaux de BABAH EBBE ont permis de mieux appréhender, dans un premier temps, le fonctionnement d'une aire grégarique et les conséquences sur l'organisation de la surveillance et de la lutte anti-acridienne en 2003 et dans un deuxième temps, l'identification, la caractérisation et l'originalité d'un foyer grégarique en Mauritanie centrale en 2009. Certains axes ont été définis par ce dernier en vue de mieux cerner le fonctionnement des

aires de survie et de reproduction du Criquet pèlerin. Parmi ces axes figurent (i) le croisement des informations pour tenter de déceler une part plus ou moins grande de la causalité écologique ou biogéographique des acrido-régions et la construction d'un SIG performant, (ii) la réalisation d'une nouvelle typologie de degré carré sur la base d'analyses factorielles des correspondances et de classifications ascendantes hiérarchiques afin de préciser les limites et les caractéristiques acridiennes des écorégions (BABAH EBBE, 2009).

Dans le but de tirer le maximum de profit des informations disponibles dans la base de données RAMSES et de couvrir le plus grand spectre des fluctuations des événements acridiens en Mauritanie, il a été retenu de se consacrer à la période comprise entre janvier 1988 et juin 2009. Cette mesure a permis de mettre de côté les périodes où les données semblent incertaines ou douteuses.

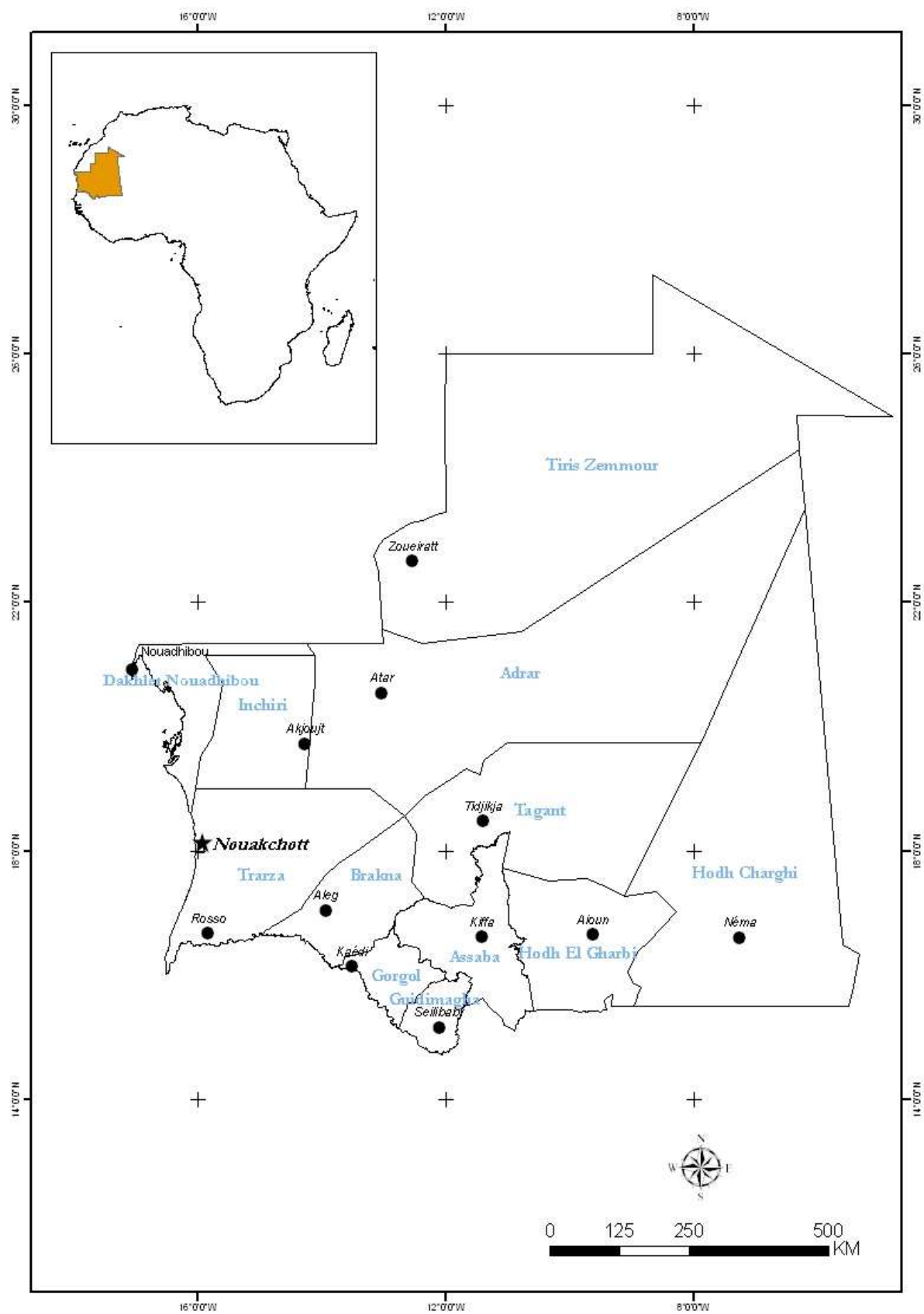


Figure hors texte : carte administrative de la Mauritanie

INTRODUCTION

Le Criquet pèlerin, *Schistocerca gregaria*, (Forskål, 1775), de la famille des Acrididae et la sous-famille des Cyrtacanthacridinae, est considéré comme ennemi nuisible dont la surveillance constitue une priorité en Mauritanie (loi relative à la protection des végétaux). Les dernières invasions acridiennes ont considérablement affecté la vie des populations mauritaniennes, menant à une mobilisation des pouvoirs publics de plus en plus motivés pour limiter l'impact de ces rebondissements pouvant être comparés à des catastrophes naturelles.

L'arme privilégiée pour réduire ces invasions reste la stratégie de lutte préventive (Martini *et al.*, 1998) que le pays a mis en place, depuis quelques années, avec l'appui des institutions régionales et internationales (FAO/CLCPRO) ainsi que celui de la communauté internationale. L'option de cette lutte préventive qui s'appuie sur la surveillance des aires grégariques (Lecoq, 2003), suivie si nécessaire d'interventions précoces limitant ainsi l'utilisation des insecticides, nécessite obligatoirement une bonne connaissance de la bioécologie du locuste des aires grégariques mais aussi des foyers de grégatisation c'est-à-dire des sites (biotopes) où s'effectuent les transformations phasaires initiales (passages des solitaires aux primo-transiens), première étape de la grégatisation. Il convient alors d'éliminer toutes les populations dont la densité avoisine le seuil de grégatisation (350 à 500 imagos/ha dans le cas du Criquet pèlerin) afin d'enrayer tout phénomène de transformation phasaire d'envergure.

En Mauritanie, au cours des dernières décennies, plusieurs travaux de recherches visant l'identification, la caractérisation, la détermination et le classement des biotopes du Criquet pèlerin ont été réalisés. Certains de ces travaux concernaient plus particulièrement l'étude du régime alimentaire de *Schistocerca* (Ghaout, 1990 pour *Schouwia purpurea*), (Ould Taleb, 1996 pour le genre *Tribulus*), (Ould Ahmedou, 2002 pour *Peganum harmala*). Les plus récents sont ceux menées par Ould Babah Ebbe (2009), qui ont permis l'identification, la caractérisation et l'originalité d'un foyer grégarique en Mauritanie centrale. C'est dans cette logique qui vise une connaissance plus approfondie de la biologie et de l'écologie du Criquet pèlerin et une contribution à une description cohérente des biotopes du Criquet pèlerin en Mauritanie que s'inscrivent nos travaux.

Parallèlement à ces travaux universitaires, le CNLA mauritanien a eu, très tôt, le souci de capitaliser l'expérience acquise sur le terrain par ses prospecteurs et a constitué une base de données qui s'enrichit d'années en années et rassemble plus de 60 000 enregistrements de 200 à plus de 400 descripteurs pour une période s'étalant de 1988 à nos jours. Cette période recoupe des situations acridiennes fort différentes et contrastées : rémission, résurgence, recrudescence/invasion et déclin d'invasion. L'ensemble du territoire mauritanien est concerné, à l'exception de Majabat El Koubra, désert des déserts de l'ouest africain. À compter de 2002, cette base a été structurée sur le modèle RAMSES, proposé par la FAO.

Les informations collectées par les prospecteurs ont pour objectif principal de permettre, en temps réel (pas de temps décadaire) un diagnostic de la situation acridienne afin d'orienter en toute connaissance de cause la stratégie d'intervention en vue d'optimiser les

opérations de lutte préventive. Les prospections, comme la lutte, sont menées en milieu désertique ou subdésertique, donc dans des conditions difficiles qui les rendent onéreuses.

Dans ce contexte, tout progrès dans la connaissance de la dynamique saisonnière des populations du Criquet pèlerin, comme dans celle de la localisation et de la dynamique des biotopes des foyers grégarigènes est un atout pour les gestionnaires de la surveillance et de la lutte qui, outre une efficacité maximale, recherchent également une économie des moyens à mettre en œuvre pour assurer une lutte préventive performante et durable.

Pour atteindre cet objectif, nos efforts vont se focaliser sur l'exploitation différée des informations disponibles dans la base de données RAMSES-Mauritanie en privilégiant l'utilisation de l'analyse factorielle des correspondances (AFC) pour dégager les relations entre les divers paramètres à savoir ; l'acridien, le climat, la flore et la géomorphologie. Les résultats font ensuite l'objet d'un croisement géographique et d'une analyse spatiale.

Il s'est rapidement avéré indispensable de procéder à un nettoyage préalable de la base RAMSES afin de corriger les erreurs de saisie, parfaire la cohérence des données et valoriser les champs « remarques et observations » recelant de non négligeables compléments d'information qui pouvaient être intégrés au bloc de données. Nous avons, dans un deuxième temps procédé à l'étude de la dynamique spatio-temporelle de l'acridien sous ses différents états phasaires. Dans un troisième temps, nous proposerons l'étude et la classification de l'ensemble des taxons ainsi que leur distribution géographique. Enfin, nous consacrerons la dernière partie à l'analyse et au croisement de l'ensemble des données pour décrire les relations et la causalité des biotopes acridiens en Mauritanie et terminer par une discussion suggérant des améliorations relatives à la gestion de la base de données et la fiche d'observation.

1. Matériel et Méthodes

1.1. Finalité et objectifs

Les travaux entrepris s'inscrivaient dans le cadre de la mise en œuvre de la stratégie de lutte préventive contre le Criquet pèlerin d'une part et l'amélioration de la connaissance de l'écodiversité des biotopes de ce dernier d'autre part. C'est à ce titre, que le présent travail de mémoire vise à travers la délimitation et la caractérisation des acridorégions, la rationalisation de la stratégie spatio-temporelle de la surveillance acridienne en Mauritanie.

1.2. Préparation et nettoyage de la base de données

La période d'étude se focalise sur deux sources de données principales : (i) les données du service anti-acridien de Mauritanie, regroupées en une base de données appelée « Locdat », conçue sous DBase IV et qui contient 18 873 enregistrements de 253 descripteurs (Ould Babah, 2003) et (ii) les données de la période RAMSES qui englobent un total de 36 647 enregistrements pour la période de 2002-2009. Il est à noter que la base RAMSES v2 (fig. 1) objet de notre étude a subi une évolution progressive ces dernières années et le CNLA utilise, pour le moment, la version v3.

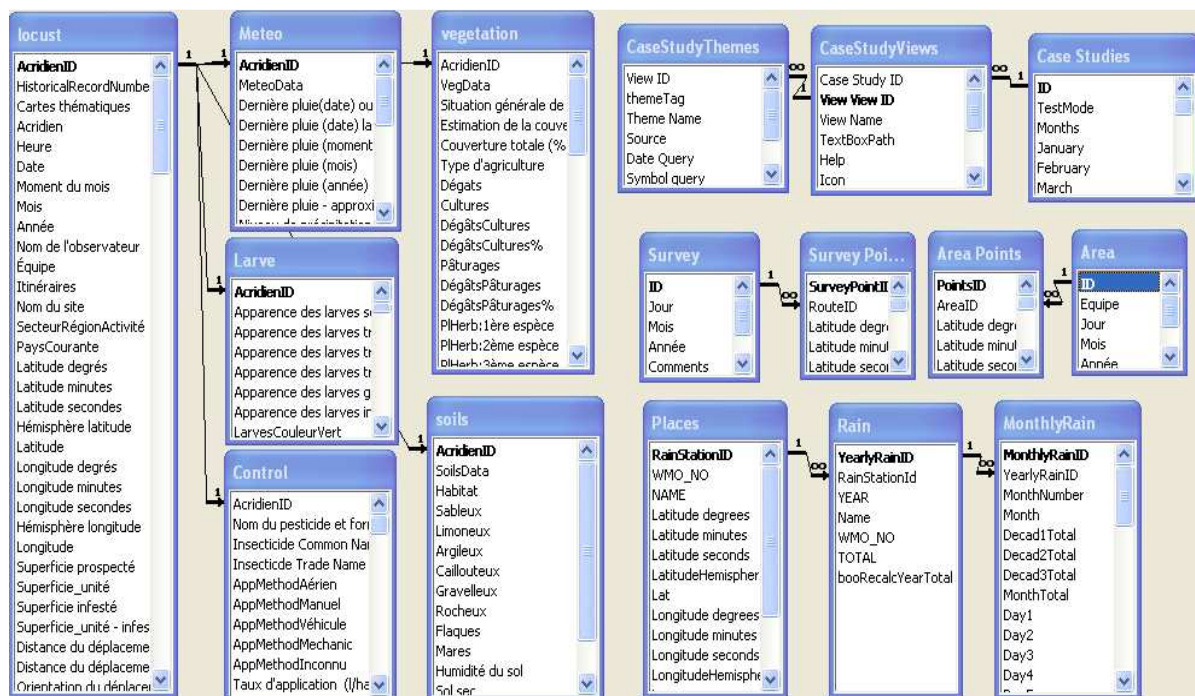


Figure 1 : structure relationnelle de la base RAMSES v2

1.2.1. Données acridiennes

L'initiative de nettoyage et de mise en forme de la base de données RAMSES était impérativement nécessaire à la réalisation de ce travail. Elle a permis de déceler l'existence d'un taux important d'informations sur la présence acridienne durant les activités de surveillance menées par les équipes de prospection qui ne sont pas répertoriées dans les champs « présence acridienne » au niveau de la table « Locust ». Néanmoins, ces informations, parfois largement détaillées, sont consignées essentiellement dans les champs "remarques" et "commentaires" qui sont destinés, habituellement, à la mise en exergue de certaines informations complémentaires. Ces opérations de nettoyage de la table de données acridiennes ont concouru, surtout, aux résultats suivants :

1.2.1.1. Récupération des données

Les corrections apportées à la table « Locust », qui synthétise les données acridiennes, ont permis de récupérer, à partir des champs prédestinés aux remarques et commentaires, 1421 enregistrements relatifs à la présence acridienne. Les renseignements fournis, sous formes de remarques et/ou commentaires, révèlent une présence acridienne au moment où cette apparition des acridiens n'est nullement signalée dans les champs "Phénophases". Nous citerons quelques exemples de ces informations mentionnées dans le champ « remarques » : "taches larvaires perchées sur *Panicum* et *Aristida pungens*"; "essaim tourbillonnant, une partie posée sur *Balanites*"; "localisation d'une station de larves"; "densité larvaire = 1 larve par 2 mètres carrés" etc.

Par ailleurs, il a été possible de récupérer, à partir du champ "commentaires", correspondant aux traitements effectués, 177 enregistrements liés à la présence acridienne. Cette situation s'explique par le fait que plusieurs superficies traitées avec des insecticides ont été mentionnées dans le champ des commentaires alors qu'elles ne sont pas signalées dans les champs correspondants à la présence acridienne. Quelques exemples de ces commentaires : "fenitrothion 96 %, ULV- 200 L, propoxur poudre - 1200 kg"; "sumicombi 1,8 % ou fenifenvaterate - 720 kg"; "Lutte Mécanique".

En conséquence, l'opération de nettoyage de la table « Locust » a permis de récupérer ou de compléter un total de 1598 enregistrements relatifs à la présence acridienne non répertoriés dans la base de données initiale. Ce chiffre représente environ 8 % du total des occurrences acridiennes dans la base de données des 55 520 enregistrements.

1.2.1.2. Harmonisation des enregistrements

Après la récupération d'un taux important d'information sur les données acridiennes, il a été nécessaire d'harmoniser les enregistrements contenus dans la base de données en vue d'obtenir des données plus cohérentes pour les futures analyses. Les retouches effectuées ont touché essentiellement les aspects suivants :

1.2.1.2.1. Structuration de la table « Locust »

Au vu des observations faites lors du travail entamé sur la table « Locust », il a été utile de créer des champs supplémentaires pour garantir une meilleure structuration des données et d'assurer une cohérence globale des enregistrements. Parmi ces champs :

- Champ [ordre des dates] : contrairement aux datations citées dans la table « Locust » ; début du mois, milieu du mois, fin du mois, il a été procédé à la création d'un champ : [ord_date] qui exprime la date sous la forme ; jour/mois/année (19/04/1994) ;
- Champ [corrections manuelles] : le champ des corrections manuelles retrace l'historique et la nature des corrections effectuées au niveau de la table « Locust » ;
- Champ [ACTIV] : le champ [ACTIV] définit les nouvelles corrections apportées à la table « Locust » mais surtout, la présence et/ou l'absence des criquets.

1.2.1.2.2. Occurrences des stades phénologiques et états phasaires

Au cours des corrections, il a été remarqué des incohérences et des manquements au niveau des champs correspondants aux occurrences des stades phénologiques et des états phasaires des insectes. Par exemple, des imagos et des larves sont signalés dans la partie phénophase 1 alors qu'ils ne sont pas mentionnés dans la partie phénophase 2. D'autres signalisations des états phasaires (solitaire, *transiens* ou grégaire) saisies dans la partie phénophase 2 n'ont aucune correspondance ou référence avec les stades phénologiques mentionnés dans la partie phénophase 1.

Les corrections manuelles effectuées ont permis d'opérer une harmonisation et la cohérence des données relatives aux stades phénologiques et aux états phasaires des insectes dans 449 enregistrements.

1.2.2. Données floristiques

La table « végétation » qui regroupe les données floristiques pour les plantes annuelles et ligneuses comportait, elle aussi, d'énormes incohérences et manquements dans l'identification des espèces végétales et leur regroupement par typologie. L'état des ces données floristiques, tel que présenté dans l'ancienne base, ne permettait en aucun cas une exploitation appropriée et rationnelle des données. Dans le but d'améliorer l'état et le contenu de cette base, les étapes suivantes ont été menées :

1.2.2.1. Correction de l'orthographe des taxons

L'orthographe des noms des espèces végétales contenues dans la table « végétation » de la base de données présentait d'énormes erreurs. Ces erreurs d'orthographe qui ont touché pratiquement l'ensemble des taxons, donnaient, parfois, plus de 20 appellations pour une même espèce végétale. Deux exemples de ces erreurs pour 2 espèces :

- (i) ***Asteriscus graveolens*** que l'on rencontre dans la base de données transcrit sous 25 orthographes différentes: *Asteriscus*, *Aristida graviolens*, *asteriscus graviolence*, *Asteriscu graviolens*, *Asteriscus*, *Asteriscus fraviolens*, *Asteriscus garviolens*, *Asteriscus gravio;ens*, *Asteriscus gravioelens*, *Asteriscus gravioelns*, *Asteriscus graviolen*, *Asteriscus graviolens*, *Asteriscus gravionlens*, *Asteriscus grvaiolens*, *Asteriscus praviolens*, *Asterisucs graviolens*, *Asterisucus graviolens*, *Asterriscus graviolens*, *Astersicus graviolens*, *Astersiscus graviolens*, *Asteruscus*, *Astragalis graviolens*, *Astragalus graviolens*, *Astragalus graviolens.*, *Ateriscus graviolens*.
- (ii) ***Brachiararia mutica*** rencontré également sous 25 orthographes différentes : *Bacharia mutica*, *Baracharia mutica*, *Barcharia mutica*, *barcharia mutica*, *boerhaavia mutica*, *Boerhavia mutica*, *Bracchia mutica*, *brachaira mutica*, *Bracharaia mutica*, *Bracharia*, *Bracharia*, *Bracharia mutiac*, *Bracharia mutica*, *Bracharia mutica*, *Bracharia muticq*, *bracharia muticus*, *bracharia p*, *brachia mutica*, *Brcaharia mutica*, *Brcharia mutica*, *Brocchia mutica*, *Brocharia mutica*, *Btacharia mutica*, *Panicum lmaetum*, *Panicum mutica*,

A l'issue des corrections effectuées pour l'ensemble des taxons, il a été retenu, seulement, 242 entrées dont 168 herbeuses et 84 ligneuses sur un total de 1825 entrées initiales, toutes espèces confondues, rencontrées dans la table végétation.

1.2.2.2. Récupération des données

En plus des données floristiques signalées dans la base de données, il a été possible, à l'image des corrections effectuées sur les données acridiennes, de récupérer des informations importantes sur la présence, l'état et la qualité de la végétation à partir des champs "remarques et annotations". Certaines informations fournies dans les champs "annotations : végétation" et "remarques" détaillent, de façon claire, l'état de la végétation présente. À ce niveau, 602 enregistrements relatifs à l'état de la végétation ont été récupérés. Voici quelques exemples de ces commentaires et remarques :

- (i) informations recueillies dans le champ "annotations : végétation" : *Cenchrus biflorus* et *Cenchrus prieurii* sont en fin de cycle, VA dessèchement : 20 % VP dessèchement: 15 % VP reverdissement : 60 %, 10 % des annuelles en dessèchement, 15 % des pérennes en dessèchement, 60 % des pérennes en reverdissement.
- (ii) informations recueillies dans le champ "remarques" : (annuelle verte et clairsemée ; essaim posé sur *Acacia* et *Leptadenia* ; larves concentrées dans touffes de *Panicum*.)

Nous avons remarqué également que lors des grandes opérations de traitement contre les essaims et les bandes larvaires, les prospecteurs négligent l'enregistrement des données floristiques et météorologiques et se contentent de communiquer les superficies traitées et les coordonnées géographiques.

1.2.2.3. Reclassement des espèces

Au cours du nettoyage, une confusion est apparue entre les espèces annuelles et les ligneuses au sein de la table végétation. Des espèces annuelles se trouvaient parmi les ligneuses et des ligneuses étaient considérées comme espèces annuelles. Quelques exemples de ces situations : 614 occurrences de *Aerva javanica* étaient considérées comme ligneuses ; 434 occurrences de *Pergularia tomentosa* étaient considérées comme herbeuses ; 36 occurrences de *Citrullus colocynthis* étaient considérées comme ligneuses etc.

Au total, 21 plantes annuelles se trouvaient dans les champs des ligneuses et 19 plantes pérennes étaient considérées comme annuelles. Un reclassement tenant compte de l'appartenance de l'ensemble des espèces a été opéré (annexe 2).

1.2.2.4. Remplacement et correction des espèces floristiques de la période de Locdat

Au moment du transfert des données de la base Locdat vers RAMSES, des erreurs ont été commises quant aux identifiants des espèces végétales. C'est ainsi qu'au niveau de 18 873 enregistrements, les attributions accordées aux espèces végétales comportaient d'amples incohérences. Cette situation représentait une grande déficience de la base de données et en empêchait complètement l'exploitation.

À l'observation des faits, il a été engagé une reprise de la lecture de l'ensemble des taxons de la période Locdat et ceux de la période RAMSES en s'appuyant sur des projections sur carte à l'aide d'ArcGis, de la distribution de chaque espèce durant les deux périodes. L'opération a permis de dresser une carte de distribution pour chaque espèce et de corriger les confusions évidentes apparues au niveau de 18 873 enregistrements issus de Locdat (annexe 5).

1.2.2.5. Création d'une sous base RAMSES de 36 647 enregistrements

Au vu des problèmes rencontrés au niveau de la base de données pour la période Locdat et particulièrement pour les données floristiques, il a été nécessaire, dans un premier temps, pour assurer une meilleure cohérence des données, de scinder les deux périodes de Locdat et RAMSES, en créant une nouvelle base de données RAMSES de 63 647 enregistrements couvrant la période allant de 2003 à juin 2009.

1.2.2.6. Fusion des deux bases RAMSES et Locdat

À l'issue des corrections apportées à la base de données pour la période Locdat, en ce qui concerne les données floristiques, les deux bases ont été fusionnées dans une seule base de 55 520 enregistrements propres à la Mauritanie.

1.2.3. Données sur l'habitat

Les données relatives à l'habitat, consignées dans la table « soil », présentaient de multiples erreurs en ce qui concerne le remplissage des fiches de prospection et

l'appréciation, par les prospecteurs, des différents paysages. Ces erreurs ont été détectées à plusieurs niveaux :

- (i) les annotations sur la texture du sol au niveau des champs : sableux, limoneux, argileux, caillouteux, graveleux et rocheux restent incompréhensibles pour un bon nombre d'enregistrements (n, o, s, y, m, l, i, d, p, oo, o*, c, v, g, 0, dm),
- (ii) les estimations de l'humidité se caractérisent par l'irrégularité et la confusion et semblent être, parfois, fortement excessives (ex. sol humide : 401 cm ; sol sec : 150 cm ; humidité du sol détrempé, sol sec 12 cm, sol humide 15),
- (iii) de multiples configurations, pour la description du relief, difficilement trouvable dans une même zone (ex : interdunes, plaine, cuvette, oued ou cuvette, interdunes, oued, plaine).

1.2.3.1. Reconfiguration des appellations du relief

Les données relatives aux appellations du relief selon son importance écologique pour le Criquet pèlerin tournaient autour de quatre entités : oued, cuvette, interdunes et plaine. Pour décrire le relief, les prospecteurs procédaient, dans la plupart des cas, à des combinaisons de plusieurs éléments de paysage qui peuvent donner lieu à quatre situations distinctes de relief dans le même endroit prospecté (ex : Inter dunes, plaine, cuvette, oued). Toutefois, il demeure difficile, pour une équipe de prospection, de se trouver à un moment de la journée, au cours d'une activité de prospection, territorialement positionnée au milieu d'un oued, d'interdunes, d'une cuvette et d'une plaine.

Les différentes combinaisons de types de reliefs consignées dans la base de données nous donnaient 43 situations de reliefs. Les corrections apportées à ce champ ont réduit les appellations du relief à 15 situations au lieu des 43 (annexe 3).

1.2.3.2. Correction des données sur la texture du sol

Il ressort du tableau, ci-dessous, qui récapitule les occurrences des différents symboles déterminant la structure du sol, que des erreurs s'étaient glissées au moment de l'enregistrement des données. Les annotations capitales qui sont destinées à qualifier le type de sol sont [o, n], notifient la présence ou l'absence (Oui et Non). Les autres annotations, rencontrées dans la base de données, se caractérisent par des occurrences de faibles à fortes. Les occurrences les plus fortes sont celles de « d » et « y » respectivement 6601 et 2169 occurrences et les plus faibles « v » et « dm » une occurrence pour chacune.

Après l'examen des différentes lettres symbolisant la texture du sol et l'évaluation des occurrences, il a été procédé à la correction des cas qui paraissent les plus logiques et dont la correction n'a pas d'incidences majeures sur la valeur des données.

Tableau I. Structure données sol

Attributs	Sableux	Limoneux	Argileux	Caillouteux	Graveleux	Rocheux	Total
o	9494	9494	9494	7244	6570	3052	45348
n	9494	9494	9494	9494	9494	9494	56964
s	3	0	1	0	0	0	4
m	6	1245	345	99	122	33	1850
p	6	4	4	2	2	0	18
d	5806	288	321	19	2	165	6601
i	2	1	2	0	0	0	5
y	0	0	0	2168	1	0	2169
c	1	1	1	1	0	0	4
v	0	0	0	1	0	0	1
g	0	0	0	0	2	0	2
l	0	3	0	0	0	0	3
dm	1	0	0	0	0	0	1

1.2.4. Données sur les traitements

La table « control » relative aux traitements anti-acridiens effectués sur les différentes cibles comportait, elle aussi, plusieurs types d'incohérence de données. Parmi ces incohérences :

- (i) des superficies traitées avec des quantités de produits utilisées évoquées dans le champ « commentaires » et non signalées dans les champs destinés à la restitution des données de traitement ;
- (ii) un grand écart entre d'une part, certaines superficies traitées et d'autres part, les quantités de produits insecticides utilisées (ex : 11 000 ha traités avec 110 litres de Dursban 240, Chlorpyrifos) ;
- (iii) des disproportions quand aux dimensions des superficies traitées par rapport aux situations acridiennes qui prévalent (ex : 140 000 ha traités en une journée d'activité en 2002, qui est une année de rémission en Mauritanie) ;
- (iv) des erreurs d'orthographe répétées pour les noms de formulation des pesticides utilisés.

1.2.4.1. Récupération de données

Suite aux opérations de nettoyage, il a été possible de récupérer des données relatives aux traitements à partir du champ « commentaires ». Quelques exemples de ces commentaires : "Traitement essaim 600 ha dont une partie s'est envolée" ; "traitement en couverture durée 1 heure 10 mn". À la fin des corrections, 11 enregistrements relatifs à des traitements effectués ont pu être récupérés dans la table « control ».

1.2.4.2. Harmonisation des enregistrements

Dans le but de rendre la table « Control » plus accessible et mieux exploitable, il a été nécessaire d'harmoniser les informations fournies dans la table. Pour cela, il a été possible d'opérer les corrections suivantes :

- correction de l'orthographe de l'ensemble des noms de pesticides utilisés.
- correction des cas extrêmes de superficies traitées dépassant parfois les cent mille d'hectares en une journée durant une période de rémission atténuée ou de résurgence.
- uniformisation des unités de mesures au niveau du même champ : (ha, m²).

1.3. Définition des variables et méthodes d'analyses

1.3.1. Définition des variables

1.3.1.1. Reconditionnement des données

Après le nettoyage complet de la base de données et l'accomplissement de tests de cohérence pour corriger toutes les anomalies, quatre nouvelles tables (données acridiennes, floristique, végétation et habitat) ont été générées à partir d'Access suite à de multiples analyses croisées. Ces tables comportent 55 520 enregistrements et 63 descripteurs pour la table des acridiens, 25 pour la table floristique, 23 pour la table végétation et 13 pour la table de l'habitat.

Les tableaux générés étaient des tableaux d'occurrence qui font intervenir deux ensembles :

- I en ligne, les relevés
- J en colonnes les variables

A l'intersection de chaque ligne et de chaque colonne, la présence ou l'absence est indiquée par un nombre (codé 1 et 0) dans des tableaux disjonctifs complets, ou vaut (0) en cas d'absence et (1) en cas de présence.

1.3.1.2. Choix des variables

Les variables ont été choisies de façon indépendante séparément selon leur figuration dans les tableaux ci-dessus définis et préparés pour l'analyse.

1.3.1.2.1. Variables pour les données acridiennes

Le tableau II, ci-dessous, résume les fréquences d'occurrences des populations acridiennes au niveau de l'ensemble des données des 55 520 enregistrements et leur

proportion quant aux absences et présences. Il ressort de ce tableau que les fréquences des occurrences et les proportions des absences sont beaucoup plus élevées que les présences.

Tableau II. Fréquences d'occurrence des acridiens

Fréquences d'occurrence acridienne												
	LS		LT		LG		IS		IT		IG	
	Abs.	Pres.	Abs.	Pres.	Abs.	Pres.	Abs.	Pres.	Abs.	Pres.	Abs.	Pres.
Effectifs	51 204	4 316	53 366	2 154	50 227	5 293	43 443	12 077	52 358	3 162	47 497	8 023
Proport.	92 %	8 %	96 %	4 %	90 %	10 %	78 %	22 %	94 %	6 %	85 %	15 %
Total	55 520		55 520		55 520		55 520		55 520		55 520	

Où : LS= Larve solitaire ; LT= Larve *transiens* ; LG= Larve grégaire ; IS= Imago solitaire ; IT= Imago *transiens* ; IG= Imago grégaire

Pour les besoins de certaines analyses, il a été nécessaire de synthétiser les 6 variables de présences/absences des phénophases en :

- a) une variable pour l'état phasaire des larves en quatre catégories

Au vu de l'importance des transformations phasaires chez le Criquet pèlerin, dans les deux sens, dans l'aggravation et/ou l'apaisement des situations acridiennes et compte tenu des distinctions entre les phases solitaires et grégaires sur le plan éthologique que sur les plans physiologiques et morphologiques (Popov *et al.*, 1991), nous avons opté pour une variable sur les différentes phases chez le Criquet pèlerin. Cette variable est de trois modalités (tableau III) : les larves solitaire, larves *transiens* et larves grégaires.

Tableau III. Fréquences d'occurrence des larves

Variable « état phasaire des larves »					
	Absent : 0	L. Solitaire : 1	L. <i>Transiens</i> : 2	L. Grégaire : 3	Total
Effectifs	47 065	1 893	1 269	5 293	55520
Proportions	85	3	2	10	100

- b) une variable liée à l'état phasaire des ailés en quatre catégories

Comme pour les larves, les différences phasaires sont perceptibles à différents niveaux chez les ailés. Ces différences sont rencontrées au niveau de la coloration, la morphométrie, la physiologie et le comportement. Toutes ces disparités ont des conséquences très importantes sur la détermination de la distribution des populations et par conséquent le gréganisme. Cette variable de l'état phasaire des ailés comprend trois modalités (tableau IV) : les imagos solitaires, imagos *transiens* et imagos grégaires.

Tableau IV. Fréquences d'occurrence des ailés

Variable « état phasaire des ailés »					
	Absent : 0	I. Solitaire : 1	I. <i>Transiens</i> : 2	I. Grégaire : 3	Total
Effectifs	37 719	7 513	2 265	8 023	55520
Proportions	68	13	4	15	100

c) une variable liée à l'état des larves en quatre catégories

L'état des larves du point de vue comportemental et/ou leur conditionnement dans un milieu naturel joue un rôle très important dans la progression du processus de la grégarisation. C'est pourquoi, l'isolement, la dispersion et le regroupement des individus sont définis comme indicateurs du phénomène de grégarisation (tableau V).

Tableau V. Fréquences d'occurrence des états des larves

Variable « état des larves »							
	Absent : 0	Isolées : 1	Éparses : 2	Groupées : 3	Bandes : 4	NA	Total
Effectifs	47916	1330	631	1265	4377	1	55520
Proportions	86	2	1	2	8	1	100

d) des variables liées à l'État des ailés en quatre catégories

Compte tenu de leur mobilité par rapport aux larves, les ailés, par leur densation et leur conditionnement, peuvent se regrouper, se concentrer et provoquer de fortes reproductions dans des stations réduites où les conditions sont favorables pour accomplir les accouplements et les pontes. Le tableau VI résume les fréquences des observations des ailés sous les différents états d'isolement, de dispersion, de regroupement et d'essaims.

Tableau VI. Fréquences d'occurrence des états des ailés

Variable « état des Ailés »						
	Essaims: 0	Isolés: 1	Éparses: 2	Groupés: 3	NA	Total
Effectifs	39879	5840	1191	3193	5417	55520
Proportions	71	11	2	6	10	100

1.3.1.2.2. Variables pour la végétation

Compte tenu de l'hétérogénéité et l'irrégularité de certaines données relatives aux descripteurs contenus dans cette table de végétation, seulement 5 variables ont été retenues pour donner une valeur biologique aux biotopes du Criquet pèlerin :

- a) Variable de la dynamique du développement phénologique des annuelles : pour cette variable six modalités ont été utilisées :

Levée (début pousse) = 5 ; Tallage = 4 ; Montaison = 3 ; Floraison = 2 ; Maturité = 1

Tableau VII. Effectifs et variable de la dynamique de développement

Dynamique des herbeuses							
	Absent : 0	Maturité : 1	Floraison : 2	Montaison : 3	Tallage : 4	Début pousse : 5	Total
Effectifs	17226	16941	8588	5273	4216	3276	55520
Proportions	31	30	16	9	8	6	100

- b) Pourcentage de couverture des annuelles

En 6 classes : (0] ; (0, 25] ; (25, 50] ; (50, 75] ; (75, 100]

Tableau VIII. Fréquences d'occurrence des pourcentages de couverture des annuelles

Couverture des herbeuses							
	(0]	(0,25]	(25,50]	(50,75]	(75,100]	NA	Total
Effectifs	13498	6551	14651	8212	9802	2806	55520
Proportions	25	12	27	15	18	5	102

c) Pourcentage de couverture des pérennes

En 6 classes : (0] ; (0, 25] ; (25, 50] ; (50, 75] ; (75, 100]

Tableau IX. Fréquences d'occurrence des pourcentages de couverture des pérennes

Couverture des pérennes							
	(0]	(0,25]	(25,50]	(50,75]	(75,100]	NA	Total
Effectifs	18936	15073	16974	3170	745	622	55520
Proportions	35	27	30	6	1	1	100

d) Pourcentage de verdissement des annuelles

En 6 classes : (0] ; (0, 25] ; (25, 50] ; (50, 75] ; (75, 100]

Tableau X. Fréquences d'occurrence de verdissement des herbeuses

Verdissement des herbeuses							
	(0]	(0,25]	(25,50]	(50,75]	(75,100]	NA	Total
Effectifs	1735	2107	2971	3056	5822	39829	55520
Proportions	3,5	4,5	5	6	10	71	100

e) Pourcentage de verdissement des pérennes

En 6 classes : (0] ; (0, 25] ; (25, 50] ; (50, 75] ; (75, 100]

Tableau XI. Fréquences d'occurrence des pourcentages de verdissement des pérennes

Verdissement des pérennes							
	(0]	(0,25]	(25,50]	(50,75]	(75,100]	NA	Total
Effectifs	12	2103	3899	5135	7188	37183	55520
Proportions	0,02	4	7	9	13	66,98	100

1.3.1.2.3. Variables pour l'habitat

La structure des données de la table « Habitat » a permis de classer les descripteurs à trois niveaux :

- a) Habitat global : L'habitat concerne de façon générale, l'état et la situation des biotopes (reliefs) où les observations ont été faites par les prospecteurs : exemple (plaine, cuvette, oued...). 15 classes sont retenues (voir annexe 3).

À partir des 15 classes, 4 variables (cuvette, oued, interdunes, plaine) ont été retenues avec 3 modalités pour chaque variable (absent, présent, NA).

Tableau XII. Fréquences d'occurrence de la variable habitat

Effectifs							
	Absent		Présent		NA		TOTAL
Cuvette	27500	49,50 %	8999	16,25 %	19021	34,25 %	55520
Oued	23551	42,50 %	12948	23,25 %	19021	34,25 %	55520
Interdunes	20966	37,75 %	15533	28,00 %	19021	34,25 %	55520
Plaine	19102	34,50 %	17397	31,25 %	19021	34,25 %	55520

- b) Variable texture ou état du sol : sableux ; limoneux ; argileux ; caillouteux ; graveleux ; rocheux. Deux autres variables synthétiques ont été ajoutées à la table de données : texture fine (sables, limons, argiles) et texture grossière (cailloux, graviers, rochers).

Tableau XIII. Fréquences d'occurrence de la variable sol

Effectifs							
	0		1		NA		TOTAL
Texture fine	12563	22,50 %	42197	76,00 %	760	1,50 %	55520
Texture grossière	39000	70,00 %	15760	28,50 %	760	1,50 %	55520

- c) Variable humidité

Compte tenu de l'hétérogénéité des données dans l'estimation des valeurs de l'humidité en chiffres (épaisseur des couches sèches et des couches humides en cm), il a été décidé de ne retenir que le champ humidité du sol qui contient trois niveaux d'appréciation de l'humidité du sol : sec ; humide ; détrempé.

Tableau XIV. Fréquences d'occurrence de la variable de l'humidité

Humidité du sol					
	Détrempé	Humide	Sec	NA	TOTAL
Effectifs	17434	709	768	36609	55520
Proportions	31,5	1,5	1,5	65,5	100

1.3.1.2.4. Variable floristique

Pour exploiter les données floristiques, des tableaux Excel ont été générés à partir d'Access suite à des analyses croisées pour déterminer les occurrences des espèces annuelles et pérennes contenues dans la base de données. Ces tableaux ont révélé une discordance dans le nombre d'espèces signalé au niveau des champs (Esp1, Esp2, Esp3 ...).

Afin de rendre exploitables ces données, il a été nécessaire, dans un premier temps, d'uniformiser le nombre et les noms des espèces dans les champs des espèces et dans un deuxième temps de se limiter aux trois premières espèces (Esp1, Esp2, Esp3) aussi bien pour les annuelles que pour les pérennes. Les champs des espèces, annuelles et pérennes, comprennent initialement 10 colonnes : (Esp1, Esp2, Esp3, ... Esp10). Le renseignement de ces champs effectué par les prospecteurs s'appuie, essentiellement, sur la dominance, la qualité et la quantité des espèces observées au moment du prélèvement.

Tenant compte des données de la base RAMSES, 199 espèces végétales ont été retenues comme variables. Cette liste comprend 133 espèces annuelles (herbeuses) et 66 espèces pérennes.

1.3.1.3. Structure finale du tableau des données

Pour les besoins des analyses envisagées, il a été nécessaire de produire un tableau global qui regroupe la totalité des 55520 enregistrements et les 254 variables retenues dont 199 espèces végétales selon notre tableau disjonctif complet (enregistrements en ligne et variables en colonne). La liste des variables est en annexe 6.

1.3.2. Stratégie d'investigation

La stratégie globale de traitement des données et la présentation des résultats comportent plusieurs étapes et suivent le cheminement suivant :

1.3.2.1. Méthodes d'analyses

1.3.2.1.1. Choix des méthodes d'analyses

Au terme du conditionnement des tableaux et pour s'engager dans l'analyse statistique des données, il a été décidé, dans un premier temps, d'utiliser le logiciel XLSTAT pour effectuer les analyses envisagées. Malheureusement, cette option a trébuché à cause de l'amplitude du volume des données consignées dans le tableau final (55520 lignes d'enregistrement pour 254 colonnes).

Pour pallier cette difficulté, nous avons décidé de passer l'ensemble des analyses sous le logiciel R version 2.13.0. À cette fin, les démarches ont concerné, à la fois, une analyse factorielle des correspondances (AFC) afin de déterminer le nombre des axes factoriels significatifs et des analyses de classification ascendantes hiérarchiques (CAH). D'autres analyses de correspondances multiples (ACM) ont été mises à contribution pour dégager une

meilleure compréhension de certaines dimensions du fonctionnement des biotopes du Criquet pèlerin.

Au cours de la transformation des tableaux d'Excel vers R, certaines bibliothèques ont été utilisées pour la réalisation de cette opération particulièrement la fonction `odbc` dans le *package* **{RODBC}** (Brian Ripley 1999 to Oct 2002 ; Michael Lapsley, 2010).

Pour les analyses factorielles des correspondances multiples (AFC), plusieurs fonctions ont été également utilisées au cours de l'analyse : il s'agit notamment de la fonction MCA du *package* FactoMineR (Husson *et al.*, 2010) et de la fonction `missMDA` du *package* {missMDA} (Husson et Josse, 2010). De même, pour les analyses factorielles de correspondances et la classification ascendante hiérarchique d'autres fonctions ont été utilisées telles que la fonction CCA de la bibliothèque Vegan (Jari Oksanen *et al.*, 2011) et la fonction `cluster` dans la bibliothèque `cluster` (Maechler *et al.*, 2005).

Pour l'analyse spatio-temporelle des données acridiennes, on s'est appuyé sur le lissage spatial des occurrences des points d'observations des criquets. Pour ces raisons, plusieurs fonctions ont été utilisées pour réaliser cette tâche. Parmi ces fonctions : la fonction `cshp` dans la bibliothèque {CShapes} (Nils *et al.*, 2011) pour faciliter l'accès à l'ensemble des données `cshapes` (ensemble des données historiques sur les frontières de pays, 1946-2008) disponibles pour utilisation sous R. La fonction `smooth.ppp` de la bibliothèque {spatstat} (Baddeley et R. Turner, 2005) a été utilisée pour accomplir le lissage des valeurs numériques des points d'observations des criquets au niveau des ensembles de localisations irrégulières. Toutes ces fonctions ont nécessité une très large utilisation de la bibliothèque {sp} (Pebesma et Bivand, 2005) pour l'importation, la manipulation et l'exportation des données spatiales sous R, incluant des fonctions comme : *plot*, *subset*, *names*, *dim*, *summary* ainsi que d'autres méthodes spécifiques à la manipulation des données spatiales (Roger *et al.*, 2008).

1.3.2.1.2. Évolution de l'analyse

La démarche définie pour la réalisation de l'analyse consistait essentiellement à effectuer deux traitements séparés de l'information qui ont pour but d'étudier, dans un premier temps, les rapprochements et les oppositions entre les différentes variables au sein de leurs propres groupes de typologie (table de données) et dans un deuxième temps, une analyse globale de l'ensemble des variables pour mesurer les relations et les corrélations entre toutes les composantes de variables caractérisant la biologie et l'écologie de l'insecte. Le déroulement de ces analyses a été développé comme suit :

1.3.2.1.2.1. Analyse spatio-temporelle des données acridiennes

L'analyse spatio-temporelle de la présence ou absence de criquets sur les points d'observation de la base de données a été effectuée en suivant une approche d'ajustement d'une fonction sur un espace à deux dimensions pour différentes périodes de l'année. Pour cela, tous les points de prospection ont d'abord été transformés sous la forme d'un processus

ponctuel marqué de présence ou absence par trimestre. Ensuite, sur l'espace d'étude (la Mauritanie dans son ensemble) une fonction de description des tendances de la variable d'intérêt (présence/absence) fut ajustée en deux dimensions à ce processus ponctuel. La fonction `smooth.ppp` du *package* `spatstat` peut faire cet ajustement sur des points localisés irrégulièrement grâce à une fonction de lissage sous-jacente qui synthétise pour chaque unité d'espace la variable d'intérêt. Ainsi, en chaque point u de la zone d'étude et étant donné les observations v_1, v_2, \dots, v_n aux points x_1, x_2, \dots, x_n , la fonction g est ajustée pour décrire :

$$g(u) = \frac{\sum_i k(u - x_i) \cdot v_i}{\sum_i k(u - x_i)}$$

Où k est un filtre Gaussien d'écart type 0.75° . Pour la discrétisation dans l'espace de cette fonction g une taille de pixel a été utilisée à 0.05° (c'est-à-dire que sur les cartes en sorties chaque pixel est $1/400^{\text{ème}}$ de degrés carré). Aussi, pour éviter d'extrapoler des tendances de nos variables d'intérêt sur des zones non renseignées par la base de données, les zones où les intensités de points étaient inférieures à 10 points/($1/400^{\text{ème}}$ de degré carré) ont été masquées.

1.3.2.1.2.2. Analyse de correspondances multiples pour les données acridiennes

Nous avons voulu par cette analyse répondre à des questions qui nous interpellent le plus souvent comme : qu'est ce qui, dans cet ensemble de données acridiennes de notre base, dépend seulement du temps ? de l'espace ? et qu'est ce qui peut être expliqué par une interaction entre le temps et l'espace ?

Cette analyse factorielle de correspondances multiples a été lancée sous R en profitant de la bibliothèque `FactoMineR` dédiée à l'analyse des données et dont les méthodes les plus classiques y sont programmées : (ACP, AFC et AMC). Pour aider à l'interprétation, les résultats de l'analyse comportent :

- Un tableau comprenant les valeurs propres et les pourcentages d'inertie. Cette « valeur propre » représente, pour chaque facteur, le montant de l'inertie du nuage sur ce facteur par rapport à la somme de toutes les valeurs propres qui représente 100 % de cette inertie.
- Les coordonnées factorielles et contributions relatives et absolues, d'où les contributions relatives expriment la part prise par un facteur dans l'explication de la dispersion d'un élément et les contributions absolues expriment la part prise par un élément donné dans la variance expliquée par un facteur.
- Des représentations graphiques des nuages de points I et J sur des plans factoriels dans un espace réduit pour mettre en évidence les éléments de correspondances. La représentation est faite en 2 dimensions, en traçant successivement les plans factoriels F_1/F_2 , F_1/F_3 .

1.3.2.1.2.3. Analyse factorielle de correspondances pour la floristique

A l'aide de la librairie {vegan} et avec l'utilisation de la fonction cca (Jari Oksanen *et al.*, 2011) une analyse factorielle de correspondances combinée à une classification ont été faites, séparément, pour les deux blocs de données floristiques (133 espèces d'annuelles et 66 de pérennes). Sur un graphe de type XY (deux dimensions) sont projetées tous les points variables (espèces) en fonction de leurs coordonnées. Le *package* {cluster} (Maechler *et al.*, 2005) a été utilisé pour accomplir la méthode de classification. Le choix des classes a été fait à partir de l'allure générale de l'arbre, du niveau des nœuds et de l'interprétabilité des classes. La fonction ayant proposé des découpages en six classes pour les annuelles, 4 classes pour les pérennes, les espèces sont colorées en fonction de leur appartenance. Des dendrogrammes hiérarchiques sont présentés.

Pour un renforcement de la visualisation de la partition des classes hiérarchiques sur le plan factoriel, on a fait appel à la librairie {maptools} (Nicholas *et al.*, 2011) et le *package* gpclib (Roger *et al.*, 2010) pour effectuer un découpage des classes sur un plan factoriel en fonction des coordonnées de ces espèces représentées par les points colorés matérialisant leur occurrence.

1.3.2.1.2.4. Analyse de correspondances multiples globale

La démarche de cette méthode d'analyse multivariée est de synthétiser l'information issue de l'ensemble des variables pour mieux l'expliquer. Les données issues de toutes les variables seront structurées et simplifiées sans privilégier l'une d'entre elles en particulier. Cette méthode paraît s'appliquer à notre problème dans lequel un même ensemble de caractères doit être vu d'une part comme quantitatif et d'autres part comme qualitatif.

On attend de cette analyse de mesurer la ressemblance entre les variables, les grouper selon ces ressemblances, les ordonner dans un espace réduit permettant de faire ressortir des structures et tester ces relations.

Nous avons lancé nos analyses sur notre grand tableau disjonctif complet qui présente en ligne les enregistrements (55520) et en colonnes les variables (18). Les cases d'intersection comportent la valeur 1 si l'enregistrement répond au critère en colonne et 0 dans le cas contraire.

À partir de la bibliothèque {missMDA}, nous avons utilisé la fonction *mca* dans le *package* FactoMineR pour l'exécution de cette analyse. Les résultats de l'analyse délivrés par la machine comprennent les valeurs propres, pourcentages d'inertie, coordonnées factorielles et contributions relatives et absolues. Des représentations graphiques sont également produites pour une meilleure interprétation des résultats.

Dans cette analyse multivariée d'ensembles, le travail s'est axé sur trois volets : dans un premier, une réalisation d'une analyse intégrale avec l'ensemble des variables retenues dans le tableau définitif ; le deuxième volet est orienté vers la suppression des variables qui

contribuent faiblement ou pas ; dans le troisième, nous examinons uniquement les variables qui contribuent à l'analyse tout en occultant toutes les modalités non renseignées (NA).

Les tableaux interprétatifs de toutes ces analyses sont discutés dans la partie résultat.

1.3.2.2. Moyens mis en œuvre

Les moyens informatiques mobilisés pour la réalisation du travail se composent de deux ordinateurs de type PC équipés chacun des logiciels suivants :

- Word et Wordperfect pour le traitement du texte ;
- Excel et XLSTAT 2010, pour l'analyse factorielle des correspondances ;
- ArcGIS, ArcCatalog version 9.2 pour la gestion des données et l'analyse cartographique ;
- Access (Microsoft) pour la gestion et la manipulation des données de RAMSES ; il a été possible de créer des tables adaptées à la problématique, la construction de requêtes simples et complexes et l'importation et la liaison des données avec d'autres sources de données ;
- Logiciel R version 2.13.0 (2011-04-13). Ce logiciel a été choisi pour effectuer les analyses de données. Grâce à certaines bibliothèques de fonctions particulièrement le *package* FactoMineR, plusieurs méthodes ont été programmées : Analyses en Composantes Principales (fonction PCA), Analyse Factorielle de Correspondances (MCA) et construction ascendante d'une hiérarchie.
- Reference Manager 11 pour la saisie et la gestion des références bibliographiques.

Il importe de souligner que l'accomplissement de certaines analyses ainsi que la production de plusieurs graphiques et tableaux ont nécessité l'utilisation d'autres ordinateurs beaucoup plus puissants (5 Méga) que les précédents.

2. Résultats

La carte globale (fig. 2) de l'ensemble des points de prospection réalisée par les équipes de la lutte anti-acridienne et entrés dans la base de données, révèle une couverture raisonnablement importante du territoire Mauritanien. Excepté la zone de Majabatt Al Koubra, considérée très désertique et inhospitalière par tous les nomades, toutes les régions ont été touchées par les opérations de prospection. À l'intérieur de toutes ces régions, l'ensemble des endroits difficiles : oueds, Aoukars, plateaux, sebkhas ont été minutieusement fouillés par les équipes de prospection durant ses 22 dernières années.

Carte de tous les points de prospection entrés dans la base RAMSES

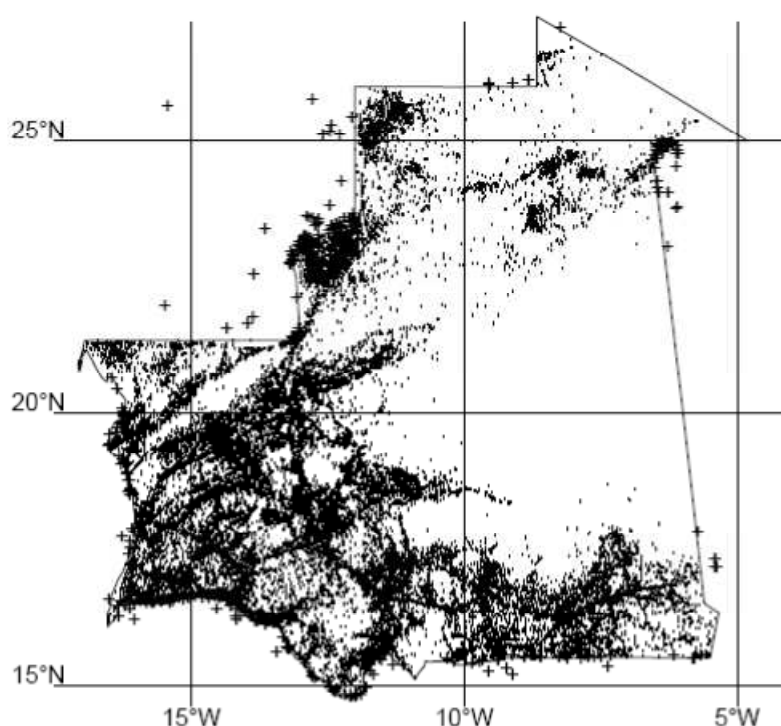


Figure 2 : carte de tous les points de prospection RAMSES

Compte tenu du volume des données à traiter et de la complexité des tableaux qui réunissaient des ensembles de variables nombreuses et souvent de typologie diverse, nous avons décidé de réaliser des analyses multivariées à deux niveaux.

2.1. Analyse séparée des tableaux

À l'exécution de chaque analyse sous R, nous avons procédé à une sélection, à partir du tableau global, des données destinées à l'analyse séparée. Cette sélection tient compte de la filiation des variables par typologie de données conformément aux tables initiales (Locust,

Végétation, Soil, Floristique). Les outils de R comprennent un ensemble de procédures appropriées autorisant la réalisation d'une telle sélection et l'exécution de l'analyse souhaitée.

2.1.1. Données acridiennes

Suite au choix opéré dans la définition des variables du volet acridien, les analyses des données se sont déroulées en deux étapes :

2.1.1.1. Analyse spatio-temporelle

Dans son étude, Ould Babah (2003), établit, dans un premier temps, des cartes d'occurrences géographiques mensuelles des acridiens en Mauritanie, sur la période 1988-99 couvrant les trois états phasaires (solitaires, *transiens*, grégaires) et les deux stades phénologiques (larves, ailés) et dans un deuxième temps Ould Babah Ebbe (2009), à l'aide d'analyses comparatives, il produit des cartes trimestrielles des occurrences acridiennes en fonction des situations acridiennes (rémission, résurgence, recrudescence/invasion, déclin).

À ce titre et sur la base des observations acridiennes contenues dans la base de données pour la période de 1988 à 2009, nous avons entrepris des analyses spatio-temporelles sous le logiciel R pour comprendre au mieux le phénomène de la dynamique des populations acridiennes sur le plan spatiotemporel. Les analyses qui se sont focalisées sur les observations acridiennes ont permis d'établir des cartes de probabilité d'observation des criquets pèlerins en Mauritanie, sur des pas de temps mensuel et trimestriel.

Les cartes mensuelles de probabilité d'observation du Criquet pèlerin, au nombre de 12 cartes, en annexe (4), renseignent, de façon plus détaillée, sur le fonctionnement des zones de reproductions estivales, hiverno-printanières et printanières en Mauritanie. Les mois où les probabilités d'observations couvrent plus de zones et d'espace sont les mois d'octobre et novembre. Par contre, la période où les probabilités d'observation se rétrécissent considérablement est pendant le mois de mai. D'une façon globale, on peut retenir de ces cartes mensuelles que le criquet, en fonction de la qualité des conditions écologiques, colonise tout le territoire mauritanien et peut y être rencontré à n'importe quelle période de l'année.

2.1.1.1.1. Probabilité d'observation de criquet au trimestre T1

Au cours des mois de janvier, février et mars, les probabilités d'observation du Criquet pèlerin restent élevées essentiellement dans la zone centrale dite zone mixte et l'extrême Nord et Nord-est du pays (Tiris Zemmour, El Hank). Cette zone révélée par cette analyse comme étant une aire de forte probabilité d'observation des criquets, en cette période de l'année, englobe les régions de l'Inchiri, de l'Adrar et du Tiris Zemmour. D'une manière générale, toutes les zones situées au Nord du 18^{ème} degré de latitude Nord sont susceptibles d'abriter des populations acridiennes en cette période de l'année.

Par contre, les zones situées au sud de cette latitude (18° N) semblent être moins concernées par la présence significative des acridiens. Ces zones regroupent toutes les régions agropastorales du Sud et du Sud-Est (Hodh El Charghi, Hodh El Gharbi, Assaba, Guidimakha, Gorgol, Gorgol, Brakna, Sud Tagant et Sud Trarza).

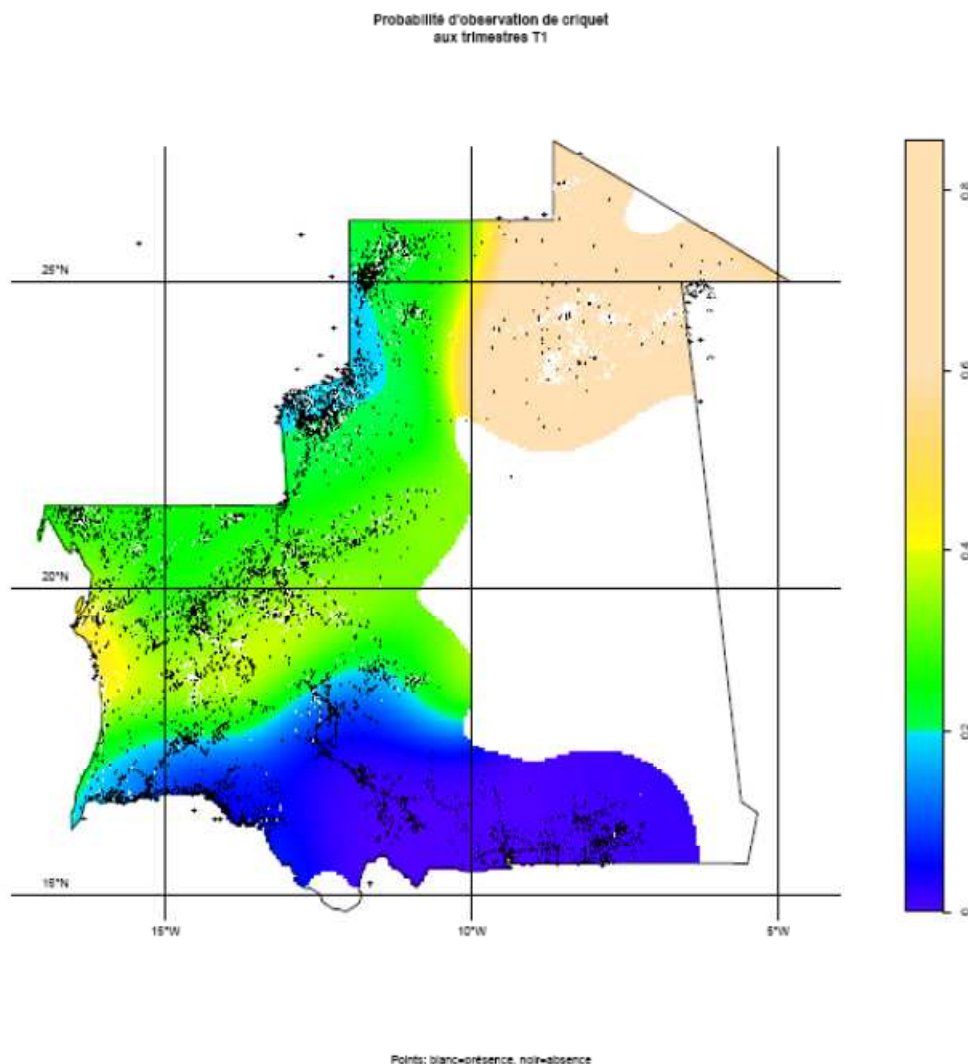


Figure 3 : carte de la probabilité d'observation des criquets au trimestre T1

2.1.1.1.2. Probabilité d'observation de criquet au trimestre T2

Pour les mois d'avril, mai et juin, les fortes tendances de possibilité d'observation des criquets restent au niveau du Tiris-Zemmour (environs de Zouerate et El Hank) et la partie Nord-Est de l'Adrar. Les zones autour d'Akjoujt, Atar, Tidjikja et Nouadhibou continuent, durant cette période, à présenter un intérêt pour les populations acridiennes.

De même, l'extrême Sud-Est du pays (Dhar de Néma) paraît être concerné par cette probabilité de présence acridienne en cette période de saison sèche et chaude. En effet, cette situation peut s'expliquer par la tombée des premières pluies de mousson, généralement en

juin, dans cette partie du territoire qui ; par conséquent constituera un pôle d'attraction pour les populations solitaires en dispersion à travers le pays.

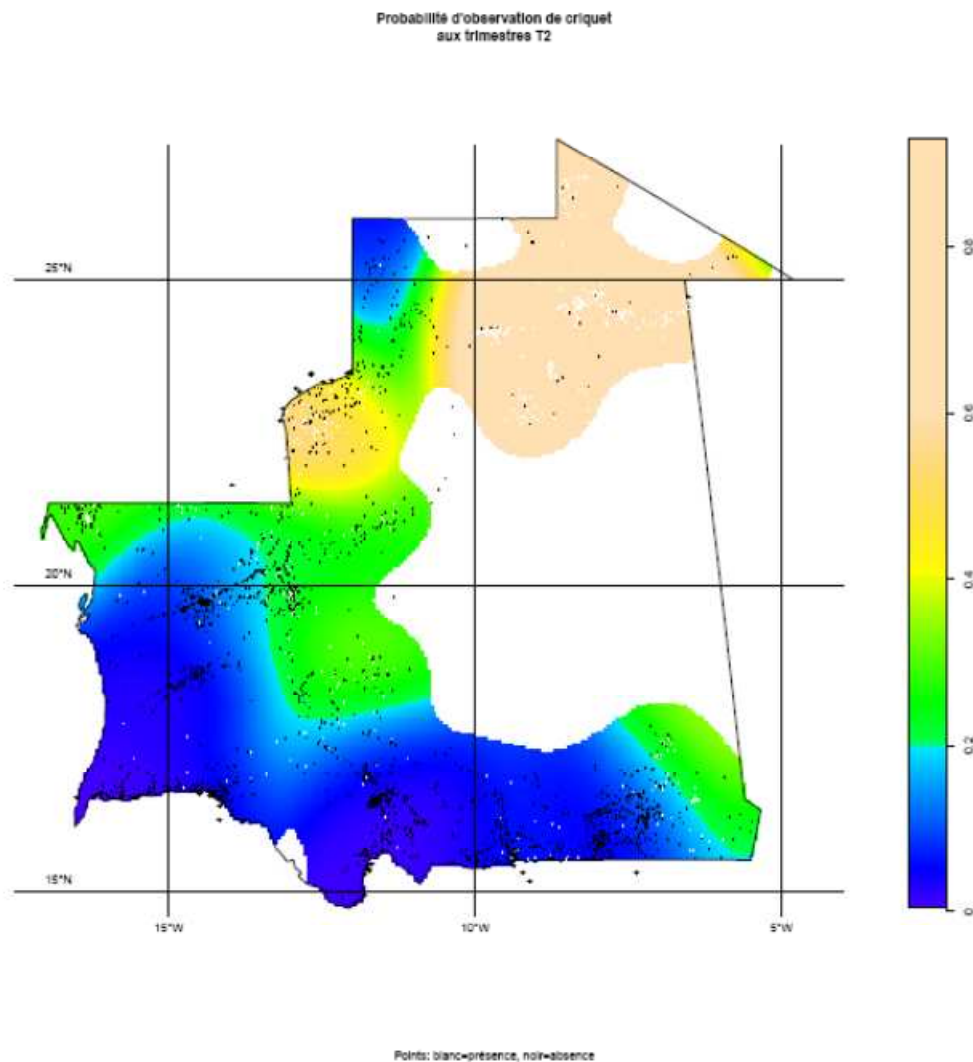


Figure 4 : carte de la probabilité d'observation des criquets au trimestre T2

2.1.1.1.3. Probabilité d'observation de criquet au trimestre T3

D'une façon globale, la zone de reproduction estivale semble être totalement concernée par la probabilité de l'observation des acridiens durant les mois de juillet, août et septembre. Cette probabilité de présence est plus accentuée au Nord des Aoukars de Boutilimit, Nord du Brakna (Agane) et l'Ouest de Tidjikja. On remarque également que de grandes portions territoriales des régions de l'Inchiri et de l'Adrar n'échappent pas à cette probabilité de présence acridienne durant cette période.

La zone de l'extrême Sud-est du pays (Sud Dhar de Néma) reflète une probabilité de présence un peu moindre que le reste de la région du Hodh El Charghi. Cette situation peut s'expliquer, parmi d'autres raisons possibles, par le dessèchement précoce des annuelles dominées par le *Cenchrus biflorus* dans cette zone par rapport au reste de la région.

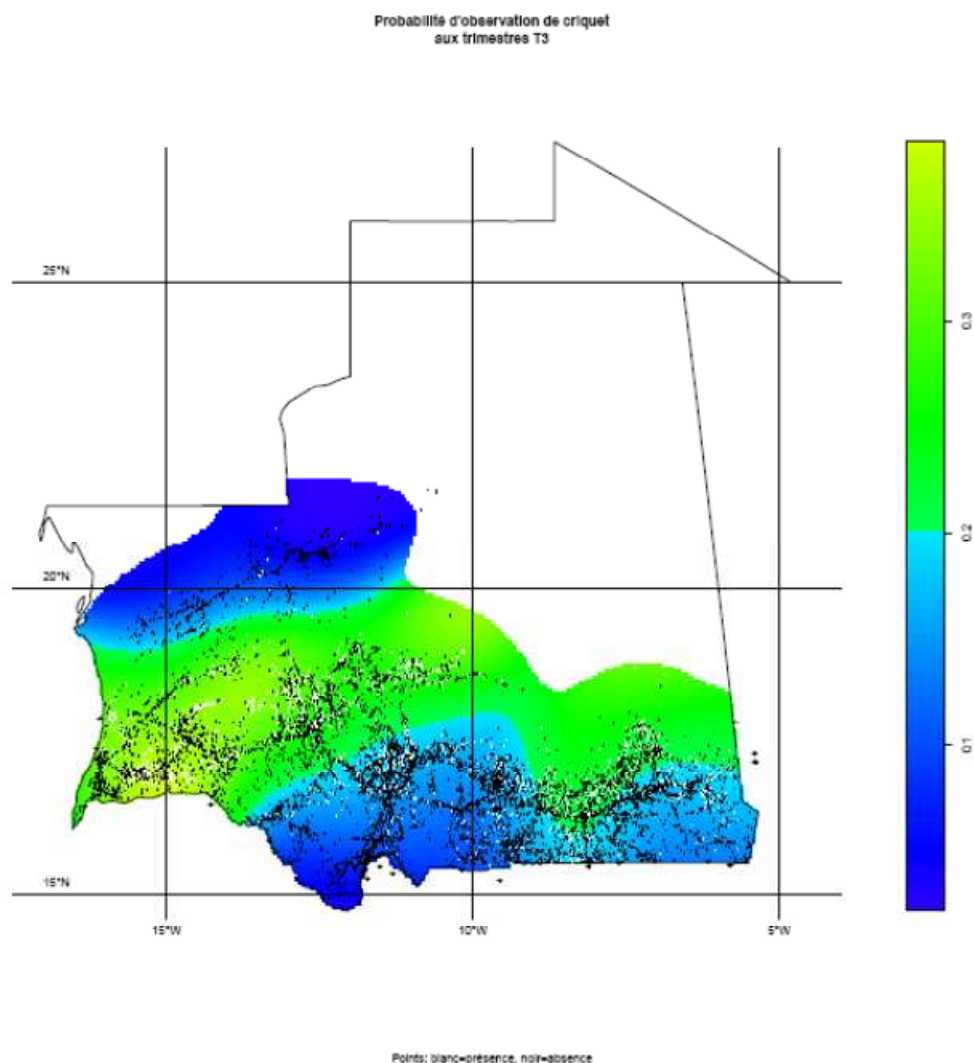


Figure 5 : carte de la probabilité d'observation des criquets au trimestre T3

2.1.1.1.4. Probabilité d'observation de criquet au trimestre T4

Au cours des mois d'octobre, novembre et décembre, les fortes probabilités d'observation de présence acridienne restent dans la partie centrale du pays. Cette zone centrale de forte probabilité de présence acridienne se situe globalement entre le Nord du Brakna, le Nord du Trarza, l'Ouest du Tagant, le Sud de l'Adrar et le Sud-Est de l'Inchiri.

Les Oueds des environs de Zouerate et la plaine de Tijirit, respectivement au Tiris Zemmour et en Inchiri, constituent des endroits de forte probabilité de présence acridienne au cours de ce quatrième trimestre. Ailleurs, au Hodh El Charghi, Hodh El Gharbi, Assaba, Gorgol, Guidimakha et Sud Brakna les probabilités d'observation restent limitées.

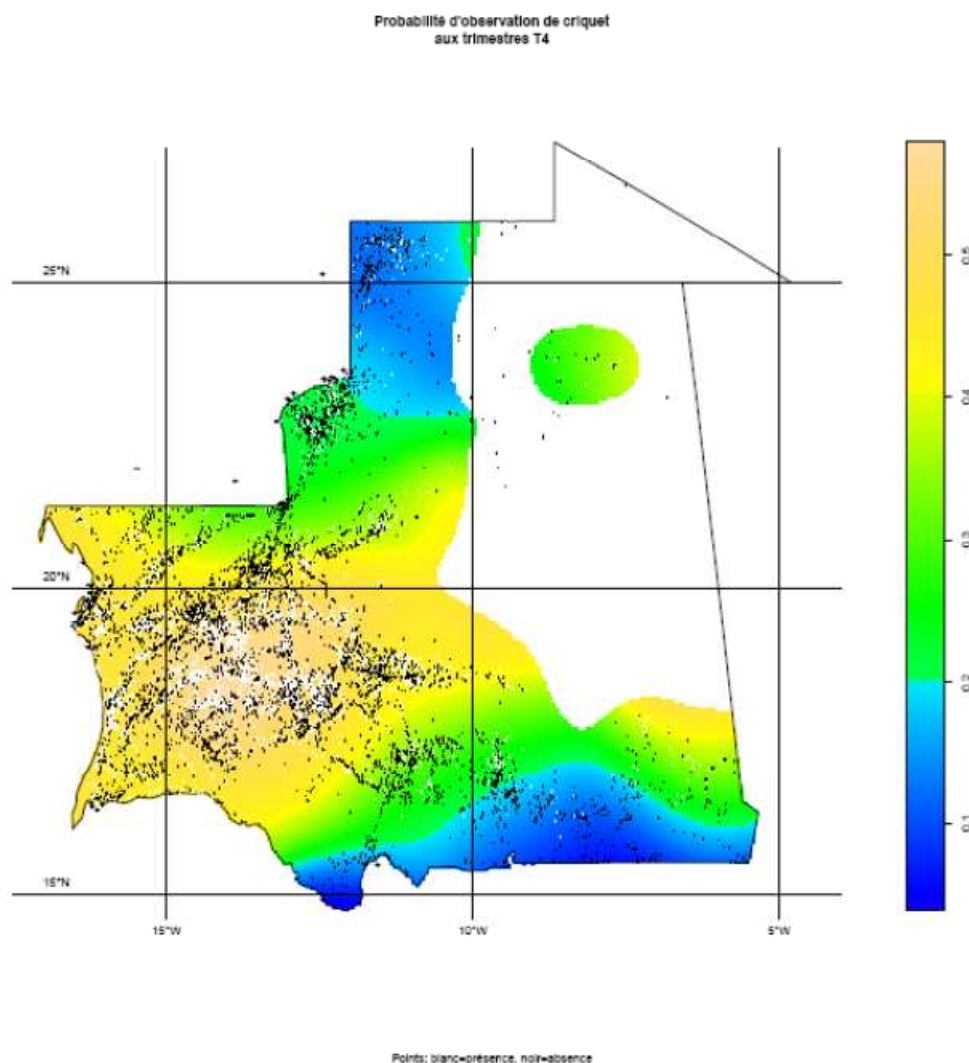


Figure 6 : carte de la probabilité d'observation des criquets au trimestre T4

2.1.1.2. AFC pour les données acridiennes

À la lumière de ce qui précède, nous avons trouvé l'intérêt de procéder à une analyse factorielle des correspondances pour les dimensions propres à l'acridien afin de comprendre au mieux le positionnement des trois états phasaires (solitaire, *transiens*, grégaire) par rapport aux deux stades phénologiques (larves, ailés) et quelles sont les relations entre les différents critères des états de larves et d'ailés (isolés, éparses, groupés).

Dans cette analyse, nous avons essayé de rassembler en un nombre réduit de variables seulement celles traitant de la phénophase et l'état de l'acridien en s'attachant aux correspondances entre les variables. Pour cette analyse, nous avons sélectionné 7 variables :

larve (4 modalités), ailé (4 modalités), état des larves (5 modalités) et état des ailés (6 modalités).

Tableau XV. Valeurs propres et pourcentages d'inertie

Fact.	Valeur propre	% variance	% cumulés
dim 1	0.63330282	16.8880751	16.88808
dim 2	0.61094124	16.2917663	33.17984
dim 3	0.50322049	13.4192131	46.59905
dim 4	0.41775178	11.1400475	57.73910
dim 5	0.31038085	8.2768227	66.01592
dim 6	0.27910949	7.4429197	73.45884
dim 7	0.25001443	6.6670515	80.12590

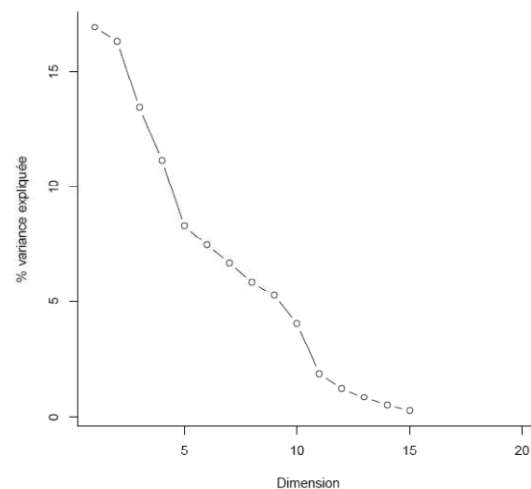


Tableau XVI. Contribution des variables aux 3 axes factoriels

Contribution à l'axe 1		Contribution à l'axe 2		Contribution à l'axe 3	
VarEtatAiles_3	18,311	VarAiles_1	19,613	VarEtatLarve_4	15,178
VarLarve_2	17,592	VarEtatAiles_1	19,406	VarLarve_3	14,51
VarEtatLarve_3	16,869	VarLarve_1	18,559	VarAiles_3	12,79
VarAiles_2	16,119	VarEtatLarve_1	15,886	VarEtatAiles.NA	10,616
VarLarve_3	5,32	VarLarve_3	6,597	VarLarve_2	10,265
VarAiles_3	4,302	VarEtatLarve_4	6,295	VarAiles_2	9,552
VarAiles_0	3,596	VarAiles_3	4,129	VarEtatLarve_3	4,843
VarEtatAiles_0	3,356	VarEtatAiles.NA	2,772	VarLarve_1	4,475
VarEtatLarve_4	3,002	VarEtatLarve_2	2,378	VarEtatLarve_1	3,195
VarEtatLarve_2	2,735	VarAiles_0	1,402	VarEtatAiles_1	2,948
VarLarve_0	2,556	VarEtatAiles_0	1,057	VarAiles_1	2,859
VarEtatLarve_0	2,295	VarEtatAiles_2	0,675	VarAiles_0	2,711
VarEtatAiles_2	1,972	VarEtatAiles_3	0,431	VarEtatAiles_0	2,488

2.1.1.2.1. Représentation graphique des résultats de l'analyse AFC

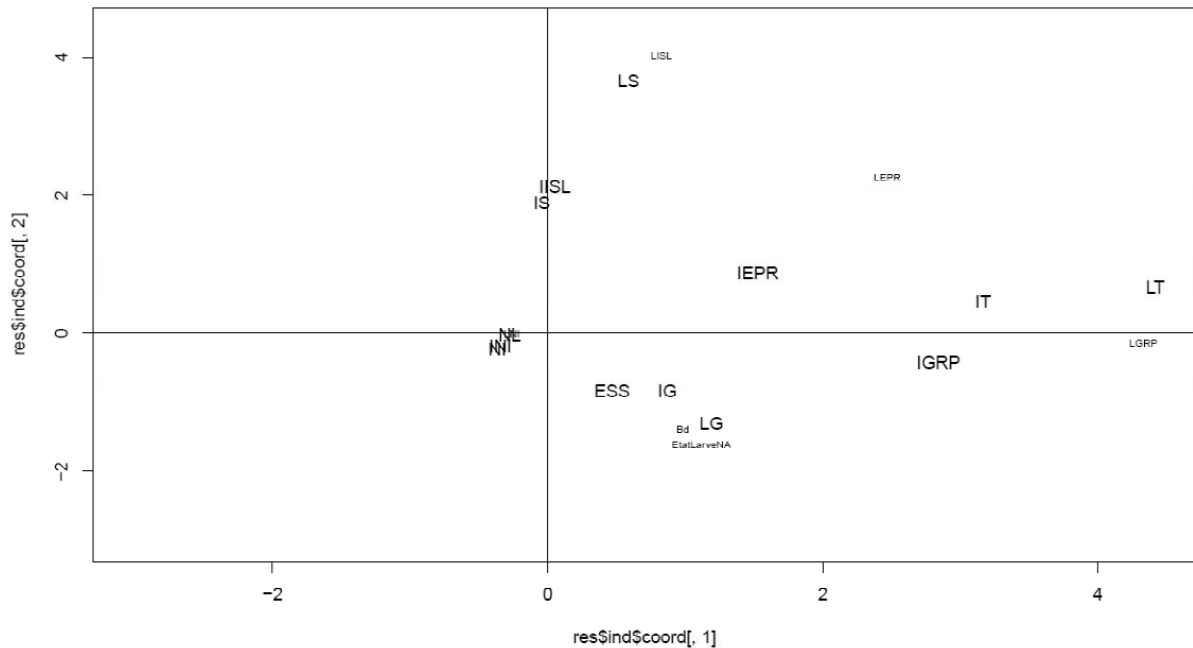


Figure 7 : carte factorielle des données acridiennes : axe 1/2

Où : LS=larve solitaire ; LT=larve *transiens* ; LG=larve grégaire ; IS=imago solitaire ; IT=imago *transiens* ; IG=imago grégaire ; LISL=larve isolée ; LEPR=larves éparses ; LGRP=larves groupées ; Bd=bandes ; IISL=imago isolé ; IEPR=imagos épars ; IGRP=imagos groupés ; ESS=essaim ; NL=non renseigné

2.1.1.2.2. Résultats de l'AFC

Dans cette représentation graphique (fig. 7) où sont projetées les variables relatives à la phénophase et l'état de l'acridien, on observe une partition assez claire entre les différentes phases : solitaires, *transiens* et grégaires. De même, une proximité apparente entre les larves solitaires et les imagos solitaires, les larves *transiens* et les imagos *transiens* ainsi que les larves grégaires et les imagos grégaires.

Sur le côté positif de l'axe 1 de cette carte factorielle, on retrouve une forte contribution des ailés groupés, des larves *transiens* et ailés *transiens*. Sur le même axe et toujours du côté positif, on distingue une certaine attraction entre le regroupement des individus et les phases *transiens*. En d'autres termes, l'axe 1 de cette carte factorielle définit l'évolution et la croissance de la phase *transiens* qui s'amorce par une augmentation des effectifs et des regroupements comme le montrent les contributions des variables : état regroupement des ailés (18,31 %) à l'axe 1.

Quant à l'axe 2, on retrouve le bloc des solitaires (larves et ailés) caractérisé par une forte contribution des ailés solitaires à l'état isolé ainsi que des larves solitaires isolées. Toutefois, il est important de souligner qu'au moment où on enregistre de fortes similitudes

d'existence, sur ce plan factoriel, entre la phénophase des solitaires et leur état de présence, on observe de l'autre côté une opposition avec la phénophase des grégaires au bas du graphique sur cet axe. Cette situation est confortée premièrement par la forte contribution des individus solitaires à la construction de cet axe : (aîlés solitaires 19,61 %), (aîlés isolés 19,41 %) et (larves solitaires 18,56 %) et deuxièmement par une faible contribution des individus grégaires (essaims 1,06 %).

De cette projection sur la figure 7, on remarque qu'il y a une franche séparation entre les phases solitaires d'un côté et les phases grégaires ainsi que les phases *transiens* de l'autre.

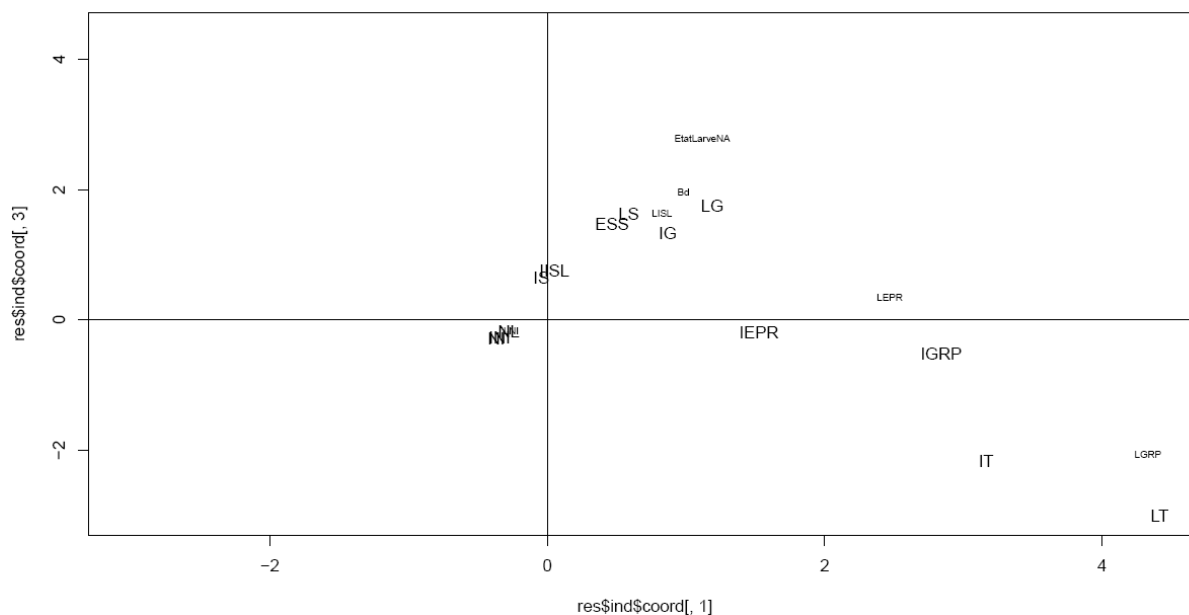


Figure 8 : carte factorielle des données acridiennes : axe 1/3

Sur le plan factoriel 1/3 (fig. 8), on observe dans la partie positive de l'axe 3, une forte présence des individus grégaires (larves et aîlés) dans leur état de masse ; essaims et bandes larvaires contribuant ainsi de manière significative à la construction de cet axe.

La signification des trois axes selon nous peut être discutée à partir des phases de l'insecte où elles ont, chacune, une forte contribution aux différents axes des deux graphiques projetés. C'est pourquoi la phase solitaire (larves et aîlés dans leurs états d'isolement et de dispersion) contribue fortement à l'axe 2. La phase *transiens* (larves et aîlés en regroupement) contribue à l'axe 1 au moment où la phase grégaire (larves et aîlés en bandes et essaims) contribue à l'axe 3.

Le résultat de cette analyse montre, à première vue, 3 structures séparées : les solitaires, les *transiens* et les grégaires. Il y a une certaine proximité entre la phase *transiens* et la phase grégaire qui traduit semblablement une corrélation entre les deux phases.

Finalement, l'interprétation de l'AFM nous révèle une certaine particularité quand à la présence et la reproduction du Criquet pèlerin. Les solitaires semblent avoir des milieux

écologiques, assez spécifiques, favorables à leur survie et à leur présence ainsi que des périodes optimales pour leur apparition.

Les *transiens* qui ont constitué, selon les résultats de l'analyse, une entité distincte semblent être la conséquence des augmentations d'effectifs et les regroupements qui surviennent. Tout compte fait, malgré leur empreinte apparente dans le dispositif de l'analyse, leur évolution vers le statut des grégaires est plus probable.

Les grégaires constituent également une communauté qui se répand et se propage dans des milieux écologiques particuliers. Mais, contrairement aux solitaires, cette communauté admet la présence parallèle des autres phases. C'est pourquoi, les *transiens* et les solitaires sont remarqués dans les fortes périodes de dominance des grégaires.

2.1.2. Données floristiques

Les données floristiques ont été traitées en deux blocs : espèces annuelles (herbeuses) et espèces pérennes (ligneuses). Au total, 133 espèces herbeuses et 66 espèces pérennes ont été soumises à une analyse factorielle des correspondances (annexes 1a et 1b). Les analyses factorielles des correspondances effectuées ont démontré des structures de données partitionnées aussi bien pour les herbeuses que pour les pérennes. Les axes factoriels obtenus ont servi à établir des classifications ascendantes hiérarchiques.

2.1.2.1. Espèces annuelles (herbeuses)

Les premières projections effectuées ont donné une forte imbrication du nuage des points issu de l'analyse factorielle. L'engrenage des espèces sur le graphique est difficilement lisible et par conséquent, non exploitable. Pour cette raison, certains relevés excentriques ont été exclus de l'analyse (cas de *Bergia* sp. et *Sorghum* sp.).

L'analyse factorielle des correspondances effectuée sur le bloc des données des espèces annuelles a montré une nette partition des espèces en plusieurs divisions (fig. 9).

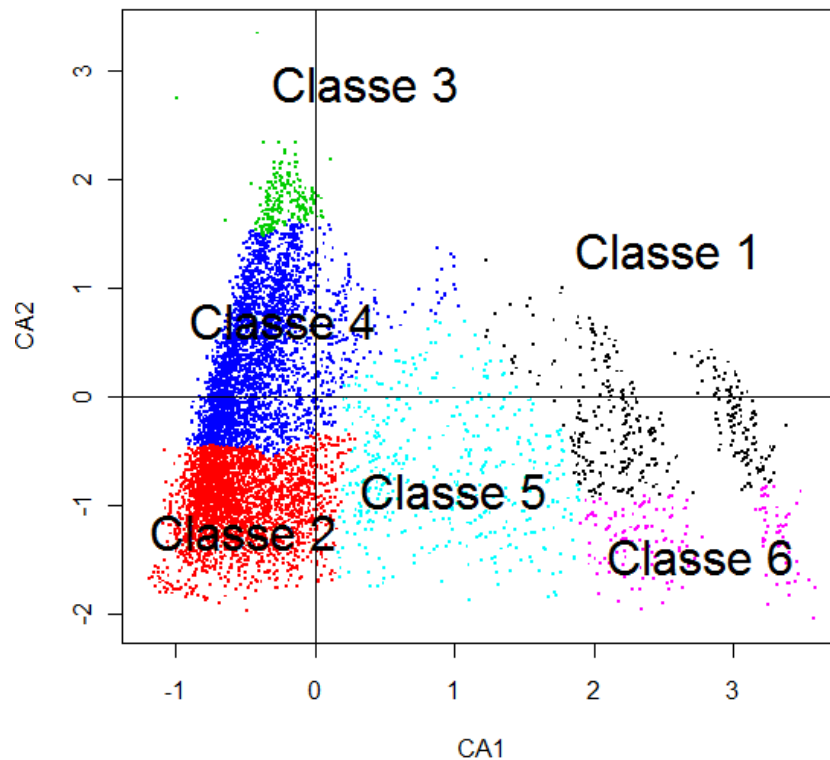


Figure 10 : représentation graphique des classes des herbeuses.

Sur le plan factoriel des axes 1-2 on remarque une séparation claire entre les différentes classes de la communauté des herbeuses.

Sur la partie positive de l'axe 1 nous trouvons la classe 1 et la classe 6 qui contribuent de façon très forte à la construction de cet axe. Les 6 espèces de la classe 1 contribuent avec 18 % des valeurs propres à la construction de l'axe. De même, la classe 6, avec 10 espèces contribuent à hauteur de 26 % des valeurs. Par conséquent, il y a un rapprochement entre les deux classes 1 et 6. Cet axe explique les espèces mal échantillonnées particulièrement les *sp.*

Sur l'axe 2, on remarque également un rapprochement entre les classes 3 et 4 qui contribuent toutes deux à la construction de cet axe. La classe 3 contribue avec 27 % des valeurs, alors que la classe 4 contribue avec 29 %. Cet axe explique donc, la présence des espèces à dominance des types biogéographiques tropicaux et tropicaux sahéliens.

Tableau XVII. Fréquences d'occurrence des classes herbeuses

Classes des herbeuses								
	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5	Classe 6	NA	Total
Effectifs	3 748	13 244	3 442	16 457	1 988	1 075	15 566	55 520
Proportions	6	24	6	30	3,5	2	28,5	100

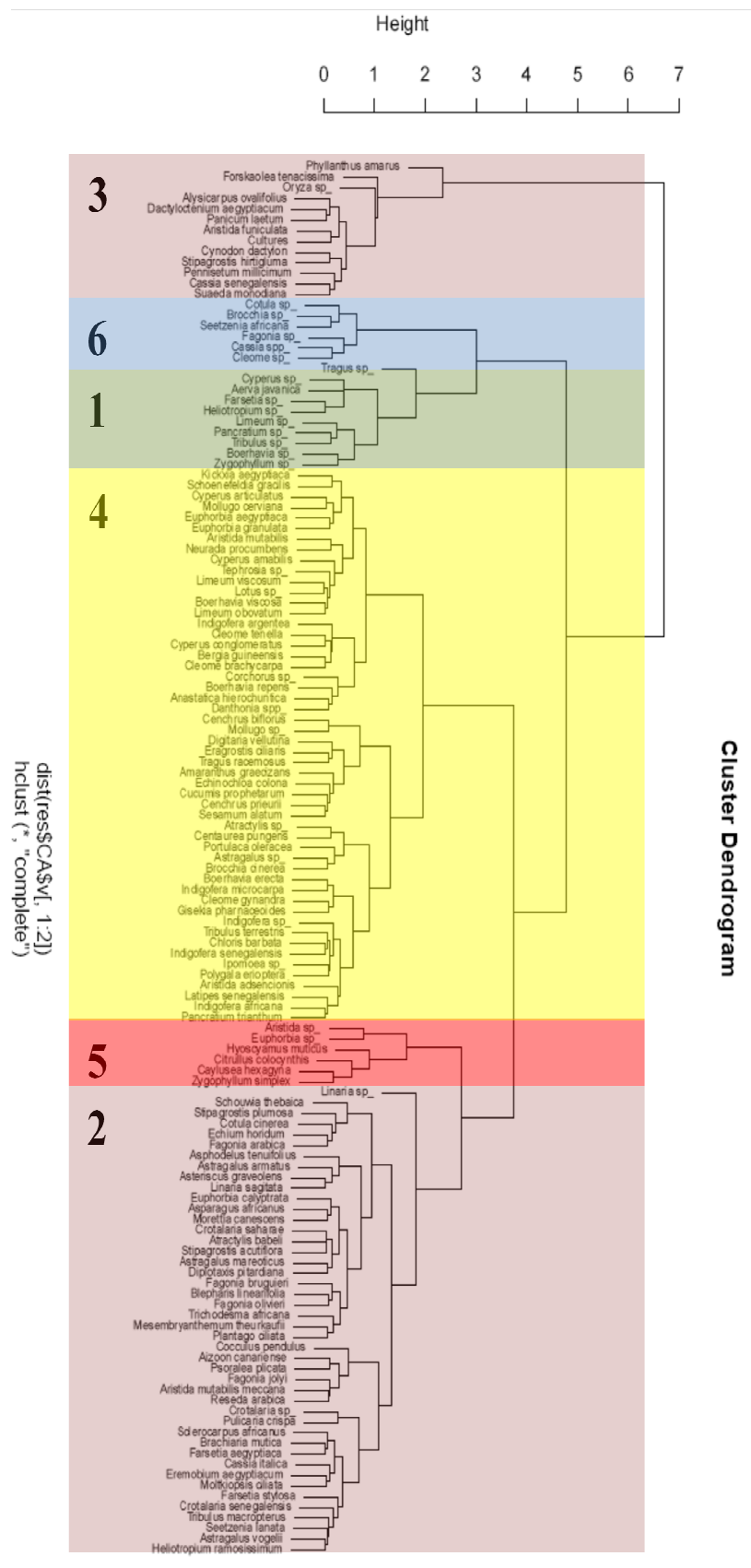


Figure 11 : dendrogramme des espèces annuelles.

Tableau XVIII. Classe 1 de la communauté des herbeuses

	Nom d'espèce	Occurrence	Occurrence relative %	Famille	Type biogéographique
1	<i>Aerva javanica</i>	1850	21,20	Amaranthaceae	Trop-SS
2	<i>Cyperus</i> sp.	688	7,80	Cyperaceae	RAS
3	<i>Farsetia</i> sp.	1384	15,80	Brassicaceae	SS-Med
4	<i>Heliotropium</i> sp.	1161	13,30	Boraginaceae	RAS
5	<i>Limeum</i> sp.	355	4,10	Aizoaceae	RAS
6	<i>Pancratium</i> sp.	582	6,60	Amaryllidaceae	RAS
7	<i>Tribulus</i> sp.	1566	17,90	Zygophyllaceae	RAS
8	<i>Boerhavia</i> sp.	551	6,30	Nyctaginaceae	RAS
9	<i>Zygophyllum</i> sp.	590	6,70	Zygophyllaceae	RAS
10	<i>Tragus</i> sp.	5	0,05	Poaceae	Trop
10		8732	100,00		

Le groupe de la classe 1 rassemble une dizaine d'espèces dont le type biogéographique n'a pas pu être identifié pour la majorité des espèces (7 espèces) pour cause d'identification partielle s'arrêtant au niveau du genre. Néanmoins, deux espèces, bien positionnées dans le groupe : *Aerva javanica* (21,2 %) et *Farsetia* sp. (15,8 %) représentent deux espèces de type biogéographique à tendance Saharo-sindienne tropicale et Saharo-sindienne méditerranéenne.

L'examen de la carte de distribution de cette classe herbeuse 1 (fig. 12), nous permet d'apercevoir trois situations distinctes :

- (i) une forte probabilité d'observation des espèces de ce groupe dans l'extrême nord du pays dans la région de Tiris-Zemmour au niveau de la zone d'El Hank. La dominance d'*Aerva javanica* dans ce groupe et ses préférences pour les zones rocailleuses et les éboulis au pied des falaises (Benchelah *et al.*, 2000), lui confère une meilleure situation de croissance et d'extension dans tout le Tiris-Zemmour et particulièrement la zone d'El Hank. Les autres espèces d'importance dans ce groupe comme *Farsetia* cité par Sauvage (1953) à El Hank : Oued Lemcheniat et *Heliotropium* par Maire (1936) à Chegga. Le *Tribulus* et les autres espèces du groupe trouvent également dans cette zone d'El Hank, des milieux qui leurs sont propices : le plateau, les blocs rocheux, les lits d'oueds sablonneux et les zones sablo-argileuses.

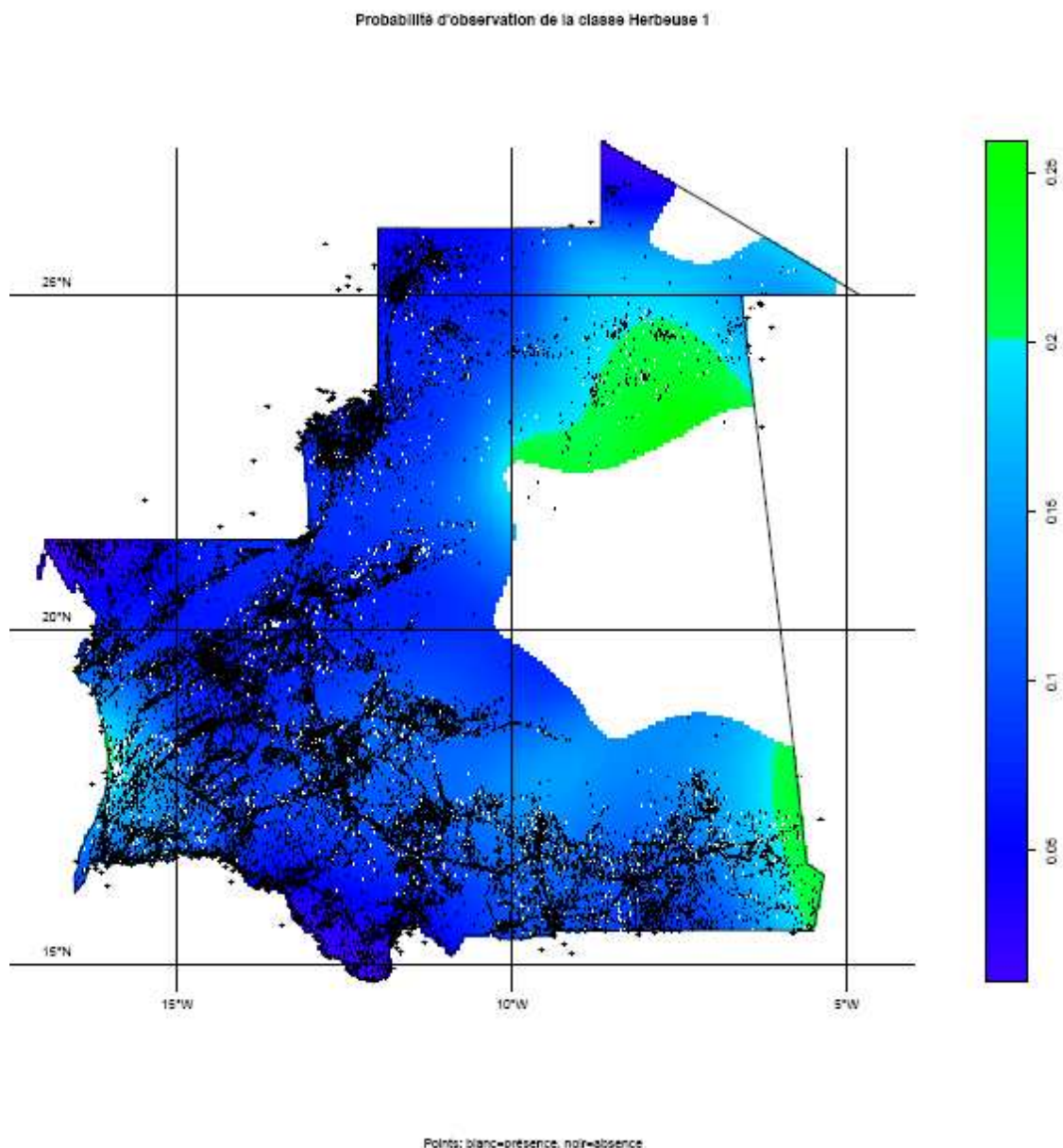


Figure 12 : carte de distribution de la classe herbeuse 1

- (ii) une autre probabilité d'observation des espèces du même groupe à l'extrême Sud-est du pays (Dhar de Néma) dans la région du Hodh El Charghi, le long de la frontière avec le Mali. La majorité des espèces du groupe trouvent des biotopes assez convenables pour leur développement. De ces espèces, le *Cyperus sp* (7,8 %) signalé par Monod entre Bou Zériba et Larneb (Lebrun, 1998) et *Pancratium* cité par Miss. Et. Biol. Acrid. 1, à Néma et Oualata (Lebrun, 1998).
- (iii) une probabilité assez significative de rencontrer les dites espèces sur le littoral, particulièrement dans les dépressions proches de Nouakchott et ses environs. Même si la majorité des espèces est du cortège floristique du littoral, une espèce semble caractéristique de ses milieux. Il s'agit du

Zygophyllum qui est cité par Doutre aux environs de Nouakchott, sur des sols sablo-argileux (Lebrun, 1998) et par Monod (1979), à Nouakchott. Le *Boerhavia* (6,3 % des occurrences) est lui aussi habitué de ses milieux : Monod (1988) le signale à Oued Chibka (entre Nouakchott et Nouadhibou).

Toutefois, malgré ses trois cas de forte probabilité d'observation des espèces du groupe 1 des herbeuses selon la figure 12, il est possible de croiser toutes ces espèces dans d'autres endroits du pays comme le témoignent les autres occurrences apparentes dans la carte, sans oublier que l'indétermination en dessous du genre peut induire à des regroupements d'espèces ayant des exigences écologiques et des biogéographies différentes ce qui souligne l'importance d'identifier correctement les espèces et de ne pas se contenter de ne donner que le nom de genre lors des observations de terrain.

Tableau XIX. Classe 2 de la communauté des herbeuses

	Nom d'espèce	Occurrence	Occ. relative %	Famille	Type biogéographique
1	<i>Linaria sp.</i>	1	0,002	Scrophulariaceae	RAS
2	<i>Schouwia thebaica</i>	5031	14,3	Brassicaceae	SS
3	<i>Stipagrostis plumosa</i>	1819	5,2	Poaceae	SS
4	<i>Cotula cinerea</i>	294	0,8	Asteraceae	SS-Med
5	<i>Echium horidum</i>	254	0,7	Boraginaceae	SS-Med
6	<i>Fagonia arabica</i>	1910	5,4	Zygophyllaceae	SS
7	<i>Asphodelus tenuifolius</i>	7	0,01	Asphodelaceae	SS-Med
8	<i>Astragalus armatus</i>	11	0,03	Faba-Fabaceae	Med-SS
9	<i>Asteriscus graveolens</i>	624	1,7	Asteraceae	SS
10	<i>Linaria sagitata</i>	69	0,2	Scrophulariaceae	SS-Med
11	<i>Euphorbia calyptrata</i>	347	0,9	Euphorbiaceae	SS-Med
12	<i>Asparagus africanus</i>	14	0,03	Asparagaceae	Trop-Sahel
13	<i>Morettia canescens</i>	317	0,9	Brassicaceae	Trop-SS
14	<i>Crotalaria saharae</i>	197	0,5	Faba-Fabaceae	SS
15	<i>Atractylis babeli</i>	36	0,1	Asteraceae	end-Maghreb
16	<i>Stipagrostis acutiflora</i>	741	2,1	Poaceae	SS
17	<i>Astragalus mareoticus</i>	158	0,4	Faba-Fabaceae	Med-SS
18	<i>Diploaxis pitardiana</i>	270	0,7	Brassicaceae	end-Maghreb
19	<i>Fagonia olivieri</i>	3464	9,8	Zygophyllaceae	SS
20	<i>Blepharis linearifolia</i>	8	0,02	Acanthaceae	Trop
21	<i>Trichodesma africana</i>	217	0,6	Boraginaceae	Trop-Sahel
22	<i>Mesembryanthemum theurkaufii</i>	40	0,1	Aizoaceae	Med+
23	<i>Plantago ciliata</i>	40	0,1	Plantaginaceae	SS-Med
24	<i>Aizoon canariense</i>	295	0,8	Aizoaceae	Med-SS
25	<i>Psoralea plicata</i>	820	2,3	Asteraceae	SS
26	<i>Fagonia jolyi</i>	412	1,1	Zygophyllaceae	SS
27	<i>Aristida mutabilis meccana</i>	75	0,2	Poaceae	Trop-Sahel
28	<i>Reseda arabica</i>	35	0,09	Resedaceae	Med
29	<i>Crotalaria sp.</i>	82	0,2	Faba-Fabaceae	RAS

	Nom d'espèce	Occurrence	Occ. relative %	Famille	Type biogéographique
30	<i>Pulicaria crispa</i>	113	0,3	Asteraceae	SS-Med
31	<i>Sclerocarpus africanus</i>	96	0,2	Asteraceae	Trop-Soud-Guin
32	<i>Brachiaria mutica</i>	552	1,5	Poaceae	Trop-Sahel
33	<i>Farsetia aegyptiaca</i>	1250	3,5	Brassicaceae	SS-Med
34	<i>Cassia italica</i>	2128	6,1	Faba-Caesalpinaceae	Trop-SS
35	<i>Eremobium aegyptiacum</i>	520	1,4	Poaceae	SS
36	<i>Molkiopsis cilata</i>	75	0,2	Boraginaceae	SS
37	<i>Farsetia stylosa</i>	3873	11,0	Brassicaceae	SS
38	<i>Crotalaria senegalensis</i>	93	0,2	Faba-Fabaceae	Trop-Sahel
39	<i>Tribulus macropterus</i>	2907	8,2	Zygophyllaceae	SS
40	<i>Seetzenia latana</i>	93	0,2	Zygophyllaceae	SS-Trop
41	<i>Astragalus vogelii</i>	183	0,5	Faba-Fabaceae	Trop-SS
42	<i>Heliotropium ramosissimum</i>	5599	15,9	Boraginaceae	SS
42		35070	100		

Le groupe de la classe 2 (tableau XIX et figure 13) renferme 42 espèces dont la majorité est de type géographique Saharo-sindien (14 espèces), méditerranéen et méditerranéen à tendance Saharo-sindienne (14 espèces). Des espèces endémiques du Maghreb *Atractylis babeli* et *Diplotaxis pitardiana* sont également présentes.

Dans sa composition, le groupe est dominé par les espèces : *Heliotropium ramosissimum* 15,9 %, *Schouwia thebaica* 14,3 %, *Farsetia stylosa* 11,0 % et *Fagonia olivieri* 9,8 %, toutes espèces de type biogéographique saharo-indien. Il s'agit donc d'un groupe de classe d'espèces biogéographiquement assez homogène caractérisant des associations de types désertiques et dont la distribution semble être très large à travers la partie septentrionale du territoire. L'espèce la moins représentée est *Linaria sp.* 0,002 % avec une seule occurrence.

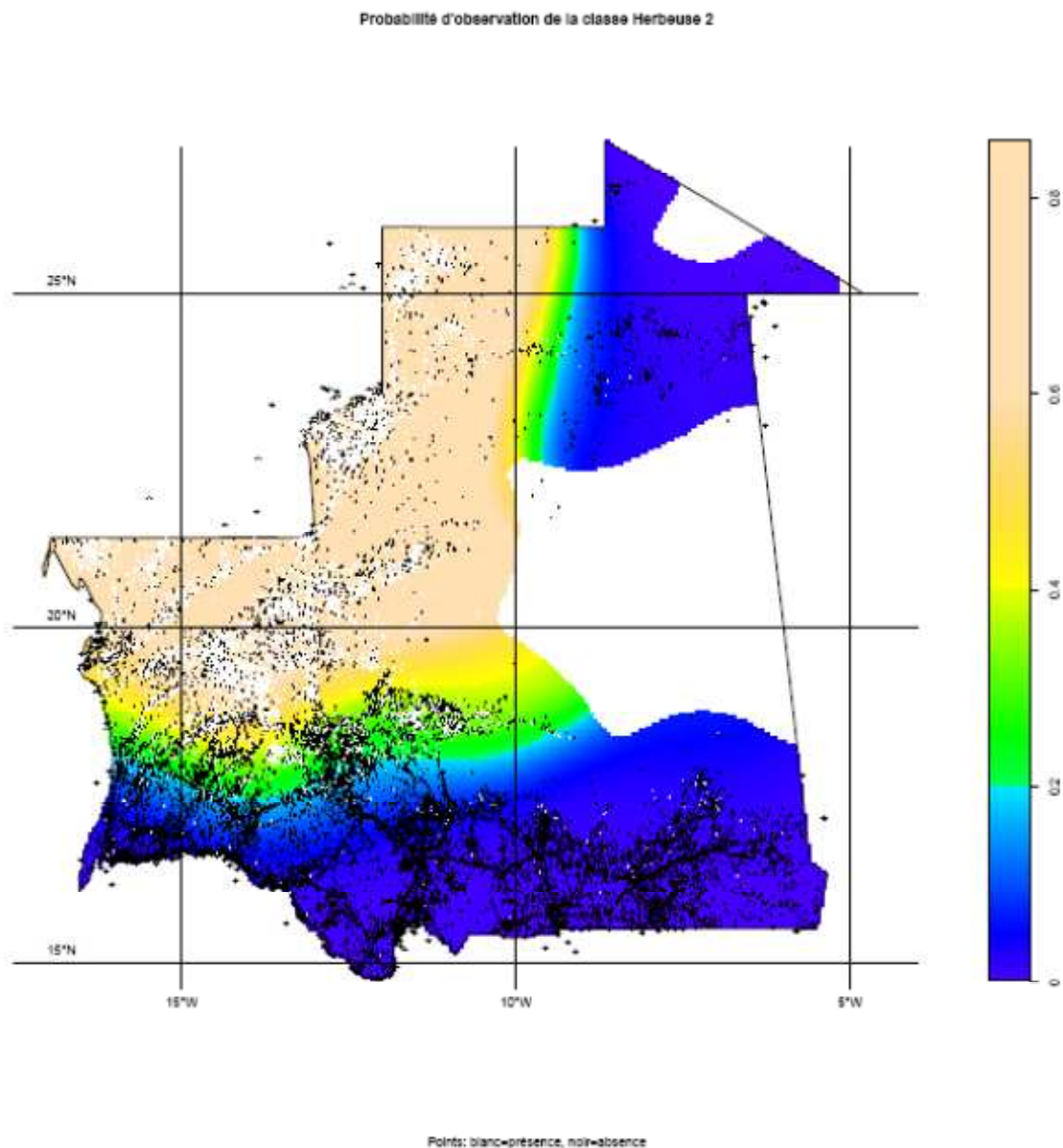


Figure 13 : carte de distribution de la classe herbeuse 2

En se référant à la figure 13 représentant la probabilité d'observation des espèces de la classe herbeuse 2, nous constatons d'un côté, une forte occupation du centre du pays et le Nord dans sa partie occidentale et de l'autre une très faible présence du groupe dans le Sud et le Sud-Est du territoire.

L'importante distribution de cette classe dans cette partie du pays met en évidence l'influence des espèces saharo-sindiennes à préférences méditerranéennes qui dominent dans ce groupe. En effet, les grandes fréquentations des espèces de cette classe se situent dans les régions du centre et du Nord (Inchiri, Tagant, Adrar, Tiris-Zemmour, Dakhlet Nouadhibou). D'autres régions sont concernées par la présence de ces espèces particulièrement dans leurs limites Nord : il s'agit du Brakna et du Trarza.

Parmi les espèces dominantes de cette classe *Heliotropium ramosissimum*, une saharo-sindienne (particulièrement appréciée par le Criquet pèlerin) assez commune, selon Chevalier, dans toutes les régions nord et nord-ouest de l'Adrar, jusqu'à la région d'Idjil (Lebrun, 1998). D'autres comme Maire (1936) et Monod (1939) la signalent respectivement à Chegga, Bir Moghreïn (Tiris Zemmour) et aux environs de Rachid et Tamchakett.

L'autre espèce d'importance dans ce groupe est *Schouwia thebaica*, une Brassicaceae saharo-sindienne, ayant une large distribution dans le centre et le Nord du pays. « Elle affectionne les zones où les rochers laissent place au sable, le pied des falaises ou sur le plateau et elle pousse sur les terrains sablonneux où elle couvre alors de vastes étendues », rapportent Benchelah *et al.* (Fl. du Sahara, 2000, p. 145). Elle est rencontrée en fortes concentrations dans les zones d'épandage et sur les plateaux dans plusieurs endroits dans les régions du centre et du Nord et caractérise les sols susceptibles d'accumuler d'importantes réserves hydriques.

La troisième espèce ayant un poids dans le groupe est *Farsetia stylosa*, une saharo-sindienne rencontrée abondamment sur les parcours des itinéraires des prospections dans les biotopes du Criquet pèlerin. En Mauritanie, Monod la signale entre Rachid et Taoujafet (Tagant), aux environs de Nouakchott, à Oued el Abid (Adrar) et entre Telmeust et Tidjikja (Lebrun 1998).

Les autres espèces occupant une bonne position dans cette classe sont, pour la plupart, des espèces de type biogéographique saharo-sindien. Parmi ces espèces, *Fagonia olivieri*, *Tribulus macropterus* et *Fagonia arabica*.

Tableau XX. Classe 3 de la communauté des herbeuses

	Nom d'espèce	Occurrence	Occ. relative %	Famille	Type biogéographique
1	<i>Phyllanthus amarus</i>	1	0,01	Euphorbiaceae	Trop
2	<i>Forskaolea tenacissima</i>	1	0,01	Urticaceae	SS
3	<i>Oryza sp.</i>	9	0,1	Poaceae	Trop
4	<i>Alysicarpus ovalifolius</i>	1617	20,0	Faba-Fabaceae	Trop
5	<i>Dactyloctenium aegyptiacum</i>	256	3,1	Poaceae	SS
6	<i>Panicum laetum</i>	2624	32,4	Poaceae	Trop
7	<i>Aristida funiculata</i>	1169	14,5	Poaceae	Trop-SS
8	<i>Cultures</i>	879	10,9	INDET	Cult/Anthrop
9	<i>Cynodon dactylon</i>	984	12,1	Poaceae	Cosm
10	<i>Stipagrostis hirtigluma</i>	7	0,08	Poaceae	SS-Trop
11	<i>Pennisetum millicimum</i>	196	2,4	Poaceae	Cult
12	<i>Cassia senegalensis</i>	332	4,1	Faba-Caesalpiniaceae	Trop
13	<i>Suaeda monodiana</i>	5	0,06	Chenopodiaceae	SS
13		8080	100		

Le groupe des espèces de cette classe qui comprend 13 espèces est dominé par des taxons appartenant à la famille des Poaceae (7 espèces). À l'exception de *Cynodon dactylon* qui est une plante cosmopolite (des régions chaudes), le reste du groupe est de type tropicaux

et Saharo-sindiennes. Les cultures de *Pennisetum millicimum* et d'autres non identifiées sont également présentes parmi le groupe.

D'une façon générale, le groupe de la classe 3 révèle une suprématie des espèces tropicales *Panicum laetum* : 32,4 %, (graminée annuelle des zones sahélo-soudanienne), *Alysicarpus ovalifolius* : 20 % (adventice commune des cultures annuelles) et *Aristida funiculata* : 14,5 % (graminée des zones tropicales).

De part sa composition, ce groupe peut être, dans une certaine mesure, distingué des autres groupes en raison de ses affinités tropicales prononcées. Les espèces les moins représentées au sein de la classe sont : *Phyllanthus amarus* (0,01 %), une Euphorbiaceae tropicale et *Forskaolea tenacissima* 0,01 % Urticaceae, saharo-sindienne avec une seule occurrence chacune ; cette espèce caractéristique des sites rocailleux en zones désertiques est manifestement sous échantillonnée et se retrouve accidentellement dans ce groupe.

La carte de probabilité d'observation des espèces de cette classe herbeuse 3, ci-dessous, (fig. 11) montre une occupation assez nette, par les espèces, des régions du Sud et Sud-Est du pays. Parmi les régions les plus touchées par la forte présence de cette classe herbeuse 3 figurent essentiellement celles bordant la vallée du fleuve Sénégal et les régions à vocation agricole. On y trouve : le Gorgol, le Guidimakha, l'Assaba, le Brakna, le Trarza et le Hodh El Charghi.

Hormis quelques rares occurrences des espèces de cette classe en Adrar, on peut dire qu'elle est absente de la zone du centre et de celle du Nord. Cette distribution est normale, car les espèces dominantes, sont pour l'essentiel d'origine tropicale et sont nettement hygrophiles et affectionnent les sols lourds : argilo-limoneux (Popov *et al.*, 1991).

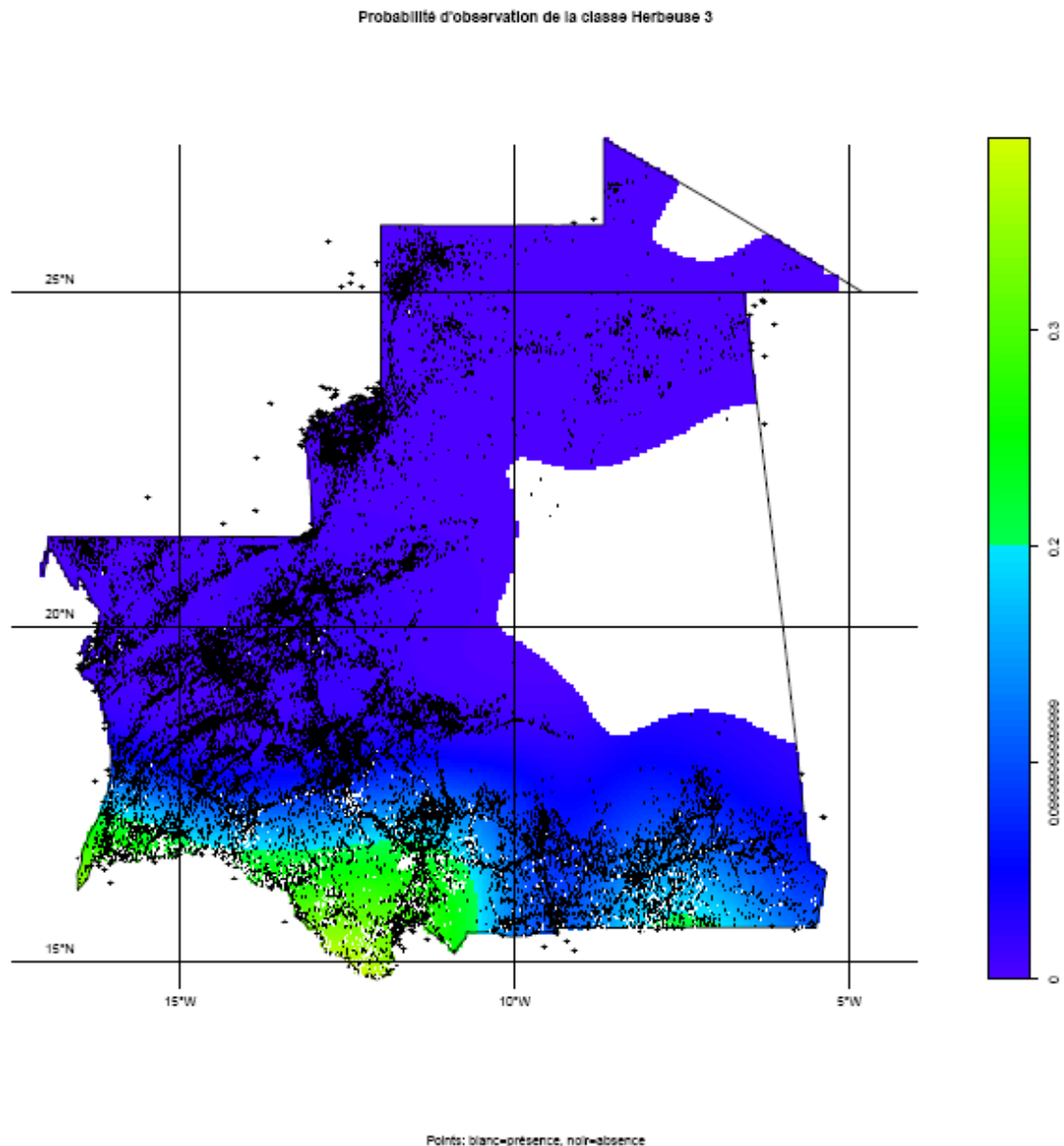


Figure 14 : carte de distribution de la classe herbeuse 3

Parmi ces espèces d'origine tropicale, on retrouve deux espèces principales qui représentent plus de 50 % des occurrences des effectifs : (i) *Panicum laetum* largement répandu dans toute la bande Sud du pays. Naegelé le signale à Rinndiao (Kaedi), sur des sols argilo-limoneux et entre Kaedi et Lekseiba, au bord d'une marre temporaire (Lebrun 1998) (ii) *Alysicarpus ovalifolius*, plante des pays tropicaux, rencontrée dans les zones de reproduction estivale du Criquet pèlerin. Elle est signalée par Carrière à Maghama, en forêt, par Boudet à Aïoun dans les rochers et par Monod entre Dendaré et Bou Zériba (Hodh El Charghi) et à Tamchakett au Nord du plateau d'el Haguer (Lebrun, 1998).

Tableau XXI. Classe 4 de la communauté des herbeuses

	Nom d'espèce	Occurrence	Occ. relative %	Famille	Type biogéographique
1	<i>Kickxia aegyptiaca</i>	25	0,05	Scrophulariaceae	SS-Med
2	<i>Schoenefeldia gracilis</i>	187	0,4	Poaceae	Trop
3	<i>Cyperus articulatus</i>	80	0,1	Cyperaceae	Trop
4	<i>Mollugo cerviana</i>	42	0,09	Aizoaceae	Trop
5	<i>Euphorbia aegyptiaca</i>	682	1,6	Euphorbiaceae	SS
6	<i>Euphorbia granulata</i>	121	0,2	Euphorbiaceae	SS
7	<i>Aristida mutabilis</i>	75	0,1	Poaceae	Trop-Sahel
8	<i>Tenphrosia sp.</i>	26	0,06	Faba-Fabaceae	Trop
9	<i>Limeum viscosum</i>	2283	5,3	Aizoaceae	Trop-Sahel
10	<i>Lotus sp.</i>	76	0,17	Faba-Fabaceae	SS-Med
11	<i>Boerhavia viscosa</i>	65	0,15	Nyctaginaceae	Trop
12	<i>Limeum obovatum</i>	173	0,4	Aizoaceae	Trop-Sahel
13	<i>Indigofera argentea</i>	1124	2,6	Faba-Fabaceae	SS
14	<i>Cleome tenella</i>	67	0,15	Capparaceae	Trop
15	<i>Cyperus conglomerates</i>	1922	4,5	Cyperaceae	SS
16	<i>Bergia guineensis</i>	8	0,01	Elatinaceae	Trop
17	<i>Cleome brachycarpa</i>	588	1,3	Elatinaceae	Trop
18	<i>Corchorus sp.</i>	178	0,4	Tiliaceae	Trop
19	<i>Boerhavia repens</i>	2358	5,5	Nyctaginaceae	Trop-SS
20	<i>Anastatica hierochuntica</i>	397	0,9	Brassicaceae	SS-Med
21	<i>Dantonina spp.</i>	39	0,09	Poaceae	SS
22	<i>Cenchrus biflorus</i>	13913	32,6	Poaceae	Trop-Sahel
23	<i>Mollugo sp.</i>	3	0,007	Aizoaceae	Trop
24	<i>Digitaria vellutina</i>	108	0,2	Poaceae	Trop
25	<i>Eragrostis ciliaris</i>	214	0,5	Poaceae	PanTrop
26	<i>Tragus racemosus</i>	851	1,9	Poaceae	SS+
27	<i>Amaranthus graecizans</i>	57	0,1	Amaranthaceae	Cosm
28	<i>Echinochloa colona</i>	177	0,4	Poaceae	Cosm
29	<i>Cucumis prophetarum</i>	27	0,06	Cucurbitaceae	Trop-SS
30	<i>Cenchrus prieurii</i>	1925	4,5	Poaceae	Trop-Sahel
31	<i>Sesamum alatum</i>	71	0,1	Paedaliaceae	Trop
32	<i>Atractylis sp.</i>	113	0,2	Asteraceae	RAS
33	<i>Centaurea pungens</i>	261	0,6	Asteraceae	SS-Med
34	<i>Portulaca oleracea</i>	43	0,1	Portulacaceae	Cosm
35	<i>Astragalus sp.</i>	439	1,03	Faba-Fabaceae	RAS
36	<i>Brocchia cinerea</i>	468	1,1	Poaceae	SS-Med
37	<i>Boerhavia erecta</i>	233	0,5	Nyctaginaceae	Trop
38	<i>Indigofera microcarpa</i>	579	1,3	Faba-Fabaceae	Trop
39	<i>Cleome gynandra</i>	214	0,5	Capparaceae	Trop
40	<i>Gisekia pharnaceoides</i>	1461	3,4	Aizoaceae	Trop-SS
41	<i>Indigofera sp.</i>	4	0,009	Faba-Fabaceae	RAS
42	<i>Tribulus terrestris</i>	6552	15,3	Zygophyllaceae	Cosm
43	<i>Chloris barbata</i>	571	1,33	Poaceae	Trop-Sahel
44	<i>Indigofera senegalensis</i>	2947	6,1	Faba-Fabaceae	Trop
45	<i>Ipomoea sp.</i>	50	0,1	Convolvulaceae	RAS

	Nom d'espèce	Occurrence	Occ. relative %	Famille	Type biogéographique
46	<i>Polygala erioptera</i>	27	0,06	Caryophyllaceae	Trop
47	<i>Aristida adsencionis</i>	16	0,03	Poaceae	Trop
48	<i>Latipes senegalensis</i>	490	1,1	Poaceae	Trop
49	<i>Indigofera africana</i>	31	0,07	Faba-Fabaceae	RAS
50	<i>Pancratium trianthum</i>	258	0,6	Amaryllidaceae	SS+
50		42619	100		

À première vue, le groupe de la quatrième classe rassemble le plus grand nombre d'espèces (50 espèces). Cette classe reste dominée, successivement, par la présence des espèces de type biogéographique tropical et tropical-sahélien (plus de 58 %), les espèces Saharo-sindiennes 14 % et les Saharo-sindiennes méditerranéennes (10 %). Certaines espèces cosmopolites comme : *Tribulus terrestris*, *Portulaca oleracea*, *Amaranthus graecizans* et *Echinochloa colona* font partie du groupe.

D'un autre côté, les espèces de ce groupe représentent, pour leur majorité, la famille des *Poaceae* (13 espèces) suivie par la famille des *Faba-Fabaceae* (8 espèces).

Les espèces les plus dominantes de cette classe 4 sont : *Cenchrus biflorus* 32,6 %, *Tribulus terrestris* 15,3 % et *Indigofera senegalensis* 6,1 %. Les espèces les moins représentées sont *Mollugo sp.* (3 occurrences) et *Indigofera sp.* (4 occurrences).

La carte de distribution de cette classe (fig. 12) nous montre une répartition, assez homogène, du groupe dans toute la partie sahélienne de la Mauritanie. Cette grande zone située dans sa globalité au sud du 20^{ème} parallèle Nord, regroupe toutes les régions agropastorales du pays (Hodh El Charghi, Hodh El Gharbi, Assaba, Guidimakha, Gorgol, Brakna, le Trarza et le Tagant.

L'intensité de présence de cette classe diminue sensiblement avec la remontée vers le Nord du pays. Malgré cela, elle pénètre largement dans les grands ensembles de la zone centrale et un peu vers le littoral: Aoukars, Aftout Fay, les versants sud de l'Adrar et le Tijjrit. Cette remontée vers la partie centrale et le littoral des espèces de cette classe est survenue sous l'effet des espèces saharo-sindiennes qui composent, de façon moins extrême, le groupe de la classe herbeuse 4.

Cette classe offre significativement la place à un ensemble du Sahel, le *Cenchrus biflorus*, *Tribulus terrestris*, *Indigofera senegalensis* et *Limeum viscosum* qui s'individualise aussi bien dans les steppes boisées que dans les espaces agricoles ou pastoraux.

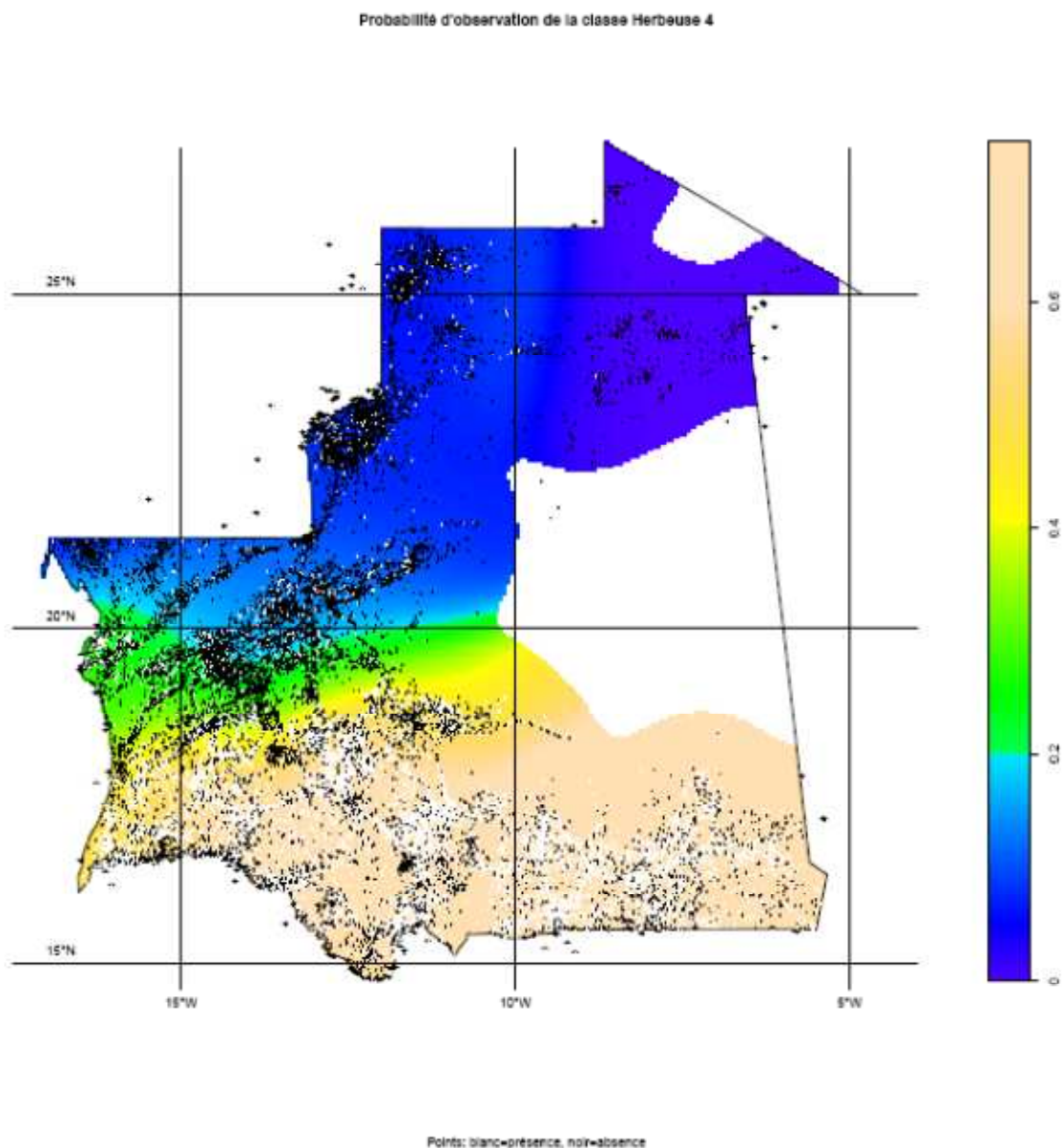


Figure 15 : carte de distribution de la classe herbeuse 4

D'une manière générale, les espèces de cette classe manifestent une grande affinité pour la zone sahélienne. Cette originalité sahélienne se renforce par la présence de quelques taxons très fréquents et communs de la zone du Sahel : *Cenchrus biflorus*, *Tribulus terrestris* et *Indigofera senegalensis* qui représentent plus de 50 % des occurrences de l'ensemble de la classe 4. On notera la complémentarité chorologique des classes 4 et 2 ainsi que leur chevauchement dans la zone médiane du territoire soulignant l'aspect transitionnel de cette zone.

Tableau XXII. Classe 5 de la communauté des herbeuses

	Nom d'espèce	Occurrence	Occ. relative %	Famille	Type biogéographique
1	<i>Aristida</i> sp.	2999	40,8	Poaceae	RAS
2	<i>Euphorbia</i> sp.	1445	19,6	Euphorbiaceae	RAS
3	<i>Hyoscyamus muticus</i>	212	2,8	Solanaceae	SS
4	<i>Citrullus colocynthis</i>	1379	18,7	Cucurbitaceae	SS
5	<i>Caylusea hexagyna</i>	767	10,4	Resedaceae	SS-Trop
6	<i>Zygophyllum simplex</i>	540	7,3	Zygophyllaceae	Trop-SS
6		7342	100		

Ce groupe de la classe 5 des herbeuses ne contient que 6 espèces, pour la plupart, de type biogéographique Saharo-sindien ou Saharo-sindien tropical. Il est dominé par une occurrence d'*Aristida* sp. (40,8 %), espèce non identifiée. Malgré la présence, parfois significative, des espèces de ce groupe à travers le pays, l'examen de la carte de probabilité d'observation des espèces de cette classe (fig. 16) permet d'identifier une zone de forte occurrence dans le Nord-Est du pays au niveau de la région de Tiris-Zemmour (El Hank).

Ce groupe de la classe 5 des herbeuses, au nombre réduit, reste caractérisé par la présence de deux taxons rencontrés partout dans le Sahara, il s'agit de *Citrullus colocynthis* et *Hyoscyamus muticus*. Ces deux espèces sont rencontrées dans les terrains sablonneux ou sablo-argileux, de préférence les lits d'oueds ou les cuvettes inondables (cas de *Citrullus*) et dans les bas-fonds argileux et les épandages argilo-sableux (cas de *Hyoscyamus*) Benchelah *et al.*, Fl. du Sahara, 162-213 (2000). Toutefois, les deux espèces semblent posséder, chacune, leurs propres affinités vis-à-vis du milieu. *Citrullus colocynthis*, cité par plusieurs botanistes dans tout le pays, semble se raréfier, selon Chevalier, à mesure que l'on monte vers le nord (Lebrun 1998). Néanmoins, Sauvage (1946) le signale au Zemmour oriental, à Bir el Hamar et à Fort Trinquet (Bir Moghreïn) dans des oueds sablonneux et endroits sablonneux des Galb et des Kedia. Quand à *Hyoscyamus muticus* qui affectionne les bas-fonds argileux, il est bien signalé, dans cette zone de forte probabilité d'observation (fig. 16), par Chevalier à Chegga, sur sable humide près d'une Guelta (Lebrun, 1998).

Les deux autres espèces du groupe *Caylusea hexagyna* et *Zygophyllum simplex* semblent affectionner des milieux plus ou moins proches : des terrains à texture fine ou des zones plus ou moins rocailleuses (cas de *Caylusea hexagyna*) et dans les oueds argilo-sablonneux et les terrains caillouteux (*Zygophyllum simplex*) Benchelah *et al.*, Fl. du Sahara, 207-227 (2000). Dans ces conditions, les deux espèces se développent, sans entrave, dans la zone de forte probabilité d'observation du groupe des espèces de la classe 5 (fig. 16). C'est pourquoi *Zygophyllum simplex* a été signalé par Sauvage (1946) dans cette même zone au Zemmour oriental à Tifariti, sur les berges des oueds, de même que *Caylusea hexagyna*, cité par Monod (1927) au nord de Tagoujalet (El Hank) Lebrun, (1998).

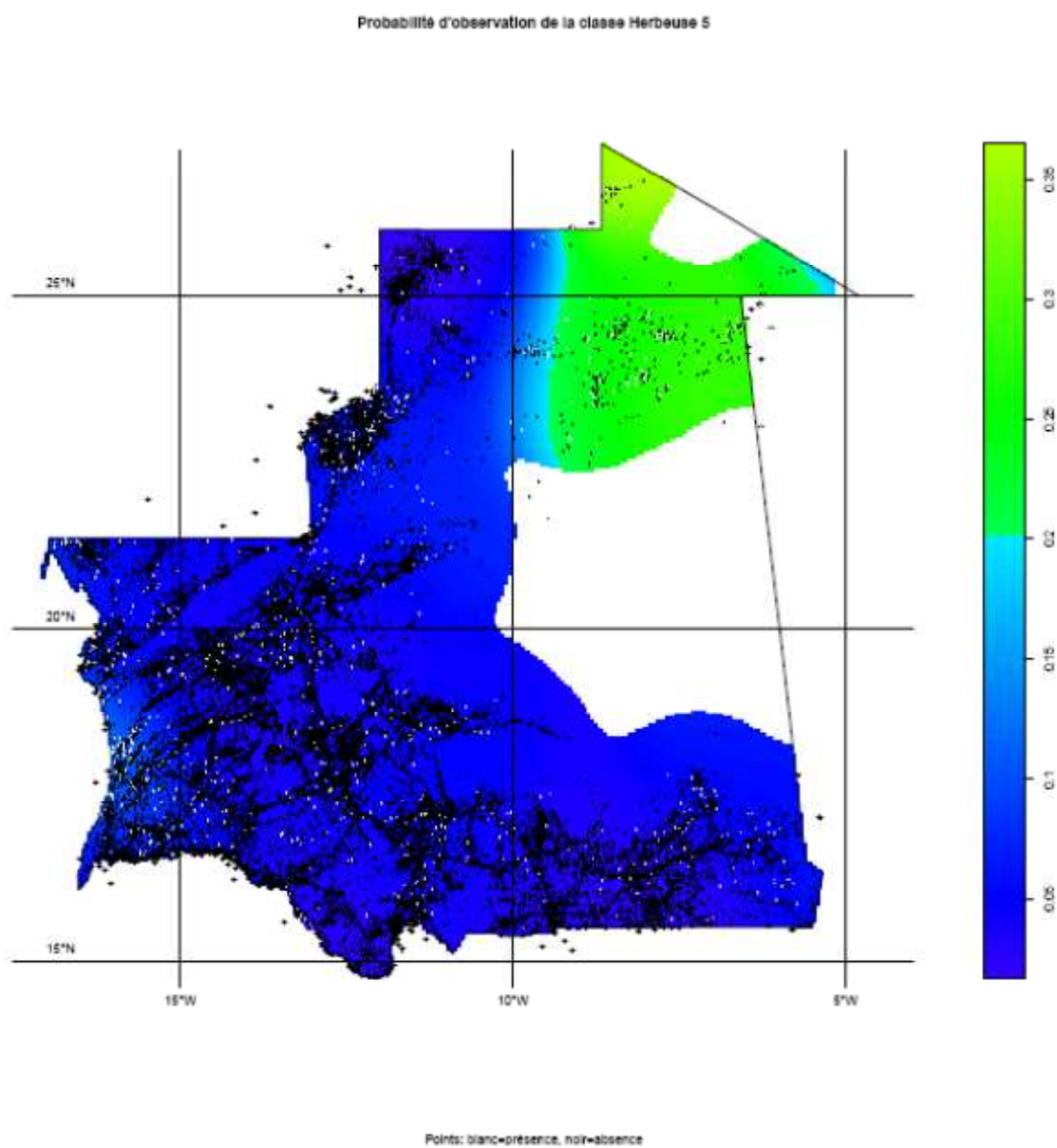


Figure 16 : carte de distribution de la classe herbeuse 5

Tableau XXIII. Classe 6 de la communauté des herbeuses

	Nom d'espèce	Occurrence	Occ. relative %	Famille	Type biogéographique
1	<i>Cotula</i> sp.	98	4,5	Asteraceae	RAS
2	<i>Brocchia</i> sp.	226	10,4	Poaceae	SS-Med
3	<i>Seetzenia africana</i>	17	0,7	Zygophyllaceae	SS-Trop ???
4	<i>Fagonia</i> sp.	1475	68,2	Zygophyllaceae	SS
5	<i>Cassia</i> spp.	224	10,3	Faba-Caesalpiaceae	RAS
6	<i>Cleome</i> sp.	121	5,6	Capparaceae	Trop
6		2161	100,0		

Six espèces constituent ce groupe de la classe 6 de la communauté des herbeuses. Les espèces de ce groupe colonisent les zones de type biogéographique Saharo-sindien, Saharo-sindien méditerranéen et tropical.

L'espèce la plus dominante dans ce groupe est *Fagonia* sp. avec 68,2 % des occurrences de l'ensemble des espèces. Les autres espèces caractéristiques de ce groupe sont *Brocchia* sp. et *Cotula* sp. que nous avons rencontrés dans l'effectif des annuelles de la base de données et qui nous semble représenter la même espèce « *Brocchia cinerea* Vis » (Ozenda, 1991).

La carte de distribution du groupe restreint de la classe 6 des herbeuses (fig. 17) nous montre une démarcation de ces espèces qui se positionnent dans la partie extrême Nord-est du territoire sur la frontière avec l'Algérie et le Mali. Les fortes tendances de présence d'espèces se situent dans le Tiris-Zemmour au niveau des versants ouest des chaînes du plateau montagneux d'El Hank.

La dominance de *Fagonia* 68,2 % dans l'effectif, plante largement répandue sur les plateaux dans les espaces sableux ou rocaillieux et dans les lits d'oueds sablonneux (Benchelah *et al.*, 2000), met en évidence une large présence de cette plante saharo-sindienne dans le Tiris-Zemmour et particulièrement la zone d'El Hank. Malgré sa forte présence et sa domination dans le groupe, la variété n'est pas déterminée. D'ailleurs, Lebrun mentionnait déjà que la détermination de ce genre reste difficile et qu'une révision de l'ensemble des récoltes existantes s'impose (Lebrun, 1998). Toutefois, le genre *Fagonia* reste signalé en Mauritanie et particulièrement dans cette partie du territoire où la probabilité d'observation est mise en évidence par la figure 17. Ainsi donc, il est cité par Barry au Zemmour : Bou El Khazara el Abiod et par Chevalier sur les rags de Tiris, du Tijirit, du Tascout, par touffes au milieu d'autres plantes (Lebrun, 1998).

Parmi les espèces ayant une présence significative dans le groupe, on note l'existence de deux plantes synonymes : *Brocchia* sp. et *Cotula* sp. qui sont de type biogéographique saharo-sindien, très communes dans tout le Sahara, notamment dans les sols un peu sablonneux (Ozenda, 1991). Dans l'ensemble, cette plante, *Brocchia* sp. ou *Cotula* sp. trouve l'habitat adéquat pour son développement dans cette zone dite de forte probabilité d'observation des espèces du groupe de la classe 6.

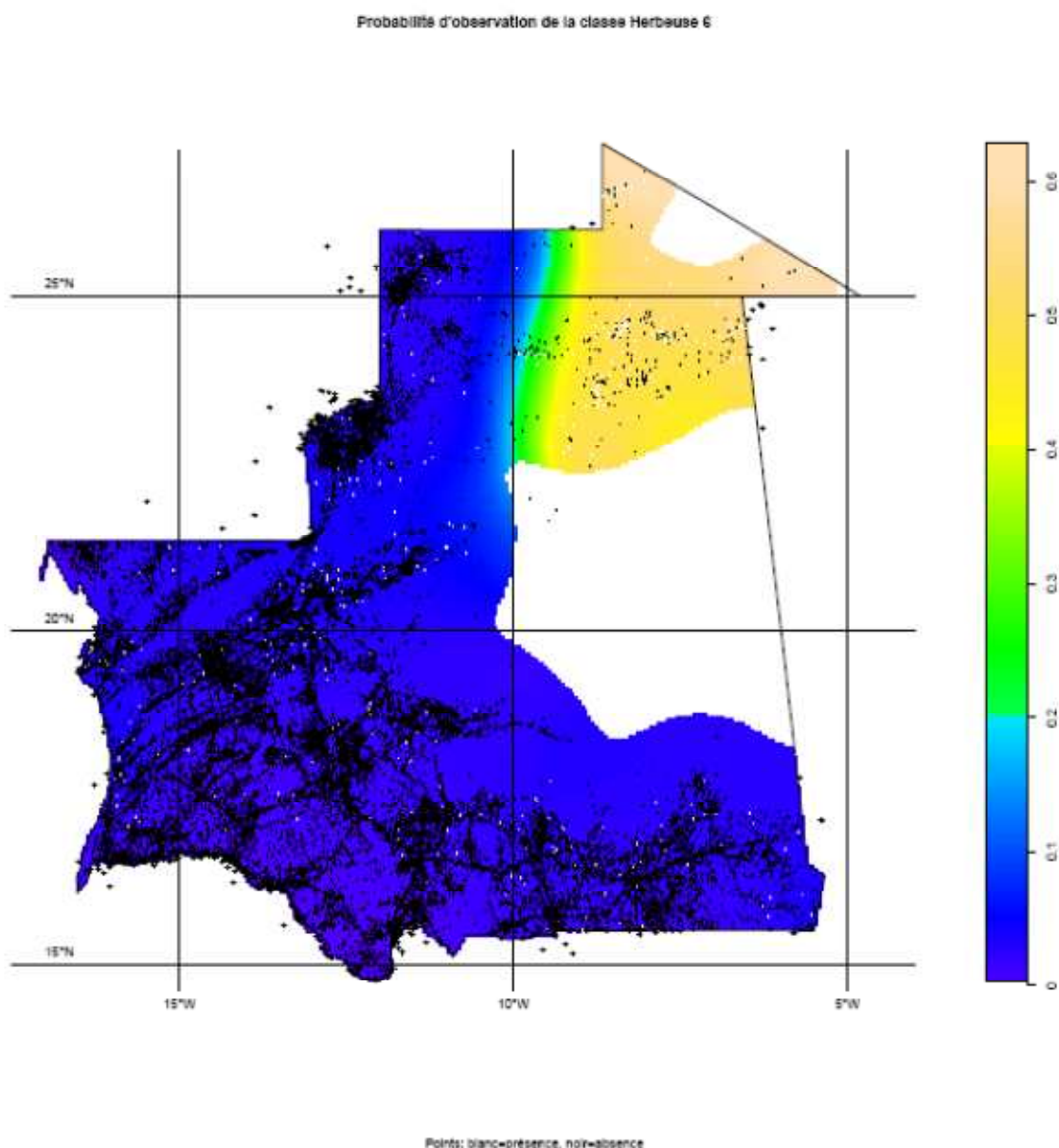


Figure 17 : carte de distribution de la classe herbeuse 6

C'est pourquoi elle est signalée en abondance par Maire en 1935, au Zemmour, dans les oueds et rags sablonneux et les régions avoisinantes et en 1936, à Chegga et Bir Moghreïn (Lebrun, 1998).

L'espèce la moins représentée dans ce groupe est *Seetzenia africana* avec 17 occurrences et une proportion de 0,7 % de l'effectif. Faisant partie du dispositif floristique de la base de données, en ce qui nous concerne, nous pensons qu'elle doit être l'autre synonyme *Seetzenia lanata*. Cette dernière est citée par SAUVAGE (1946) dans le Zemmour oriental sur des rags sablonneux, abondant au moins dans les environs de Fort Trinquet et par MAIRE (1935) dans le Zemmour sur rags et au pied des Kedia et peu abondante dans la Guelta du Zemmour ; Lebrun, boissiera, vol.55 : 106 (1998).

En fait, ce groupe est constitué de taxons mal identifiés ou sous échantillonnés comme *Seetzenia africana* qui est une plante commune des regs plus ou moins ensablés, mais vraisemblablement méconnue de nombreux prospecteurs.

2.1.2.2. Espèces pérennes

Les espèces pérennes ont fait également l'objet d'une analyse factorielle des correspondances. La projection de l'ensemble des espèces pérennes a donné une partition en plusieurs groupes (fig. 18).

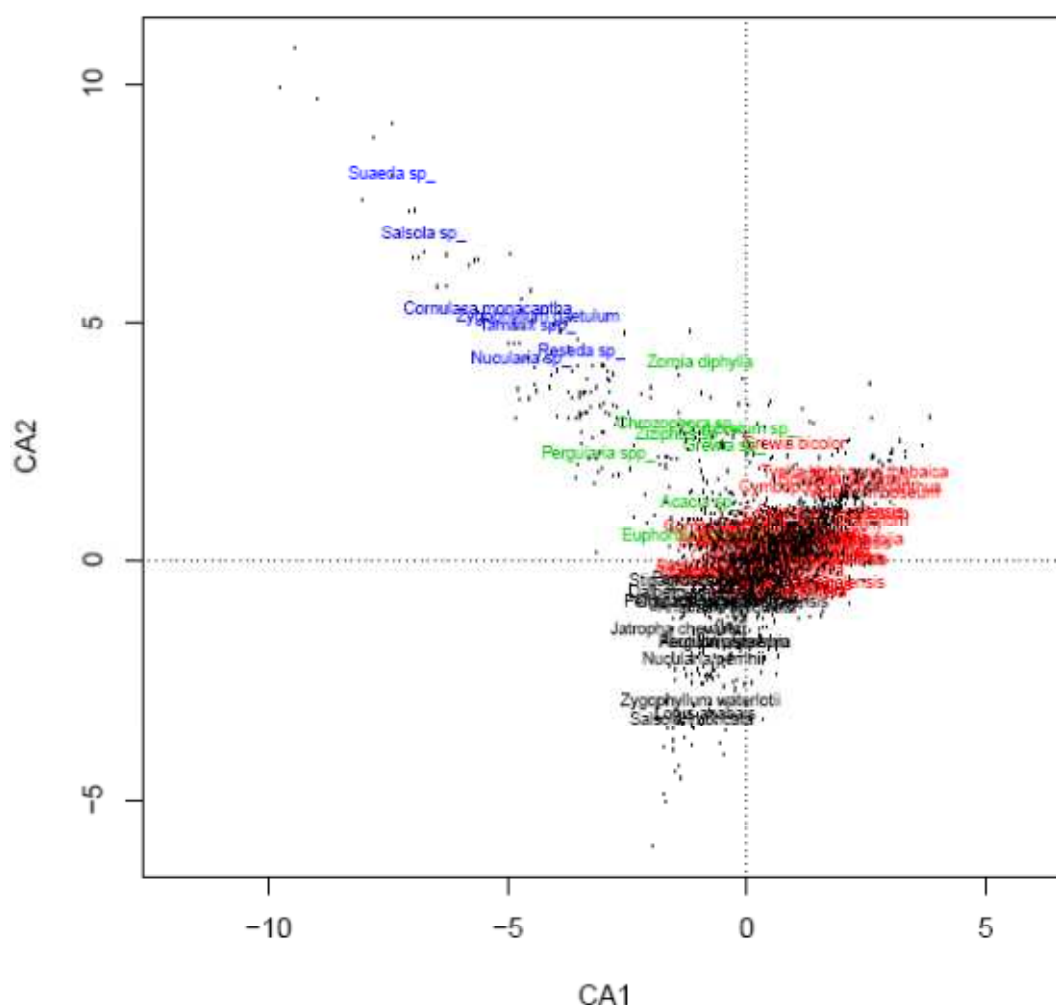


Figure 18 : carte factorielle des espèces pérennes, axes 1 et 2

La même analyse a permis la partition des 66 espèces en 4 classes distinctes (fig. 19) où la classe 2 comportait presque la moitié de la totalité des espèces (31 espèces). Les fréquences d'occurrences de l'ensemble des classes ainsi que leurs proportions dans le dispositif floristique sont données dans le tableau XXIV ci-dessous.

Les analyses ont permis également de définir le nombre d'axes factoriels conduisant à une classification ascendante hiérarchique (fig. 20).

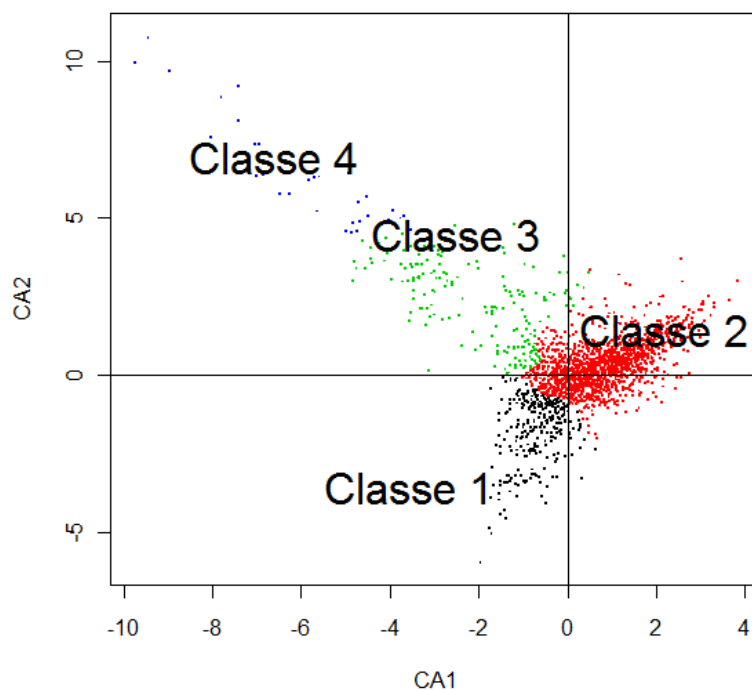


Figure 19 : représentation des classes des pérennes

Sur la présentation graphique des classes de pérennes sur le plan factoriel des axes 1-2, on remarque un rapprochement entre la classe 2 et la classe 3.

Sur l'axe 1, on trouve une forte contribution de la classe 2 et la classe 3 dans la construction de cet axe. La classe 2 contribue avec 15 % des valeurs, par contre la classe 3 contribue avec 28 % des valeurs propres de l'inertie.

Au niveau de l'axe 2, on note une forte contribution de la classe 4 qui contribue avec 52 % des valeurs et la classe 3 qui contribue avec plus de 38 % des valeurs.

Tableau XXIV. Fréquences d'occurrences des classes pérennes

Classes des pérennes						
	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	NA	Total
Effectifs	7714	28687	2720	239	16160	55520
Proportions	13	51	6,6	0,4	29	100

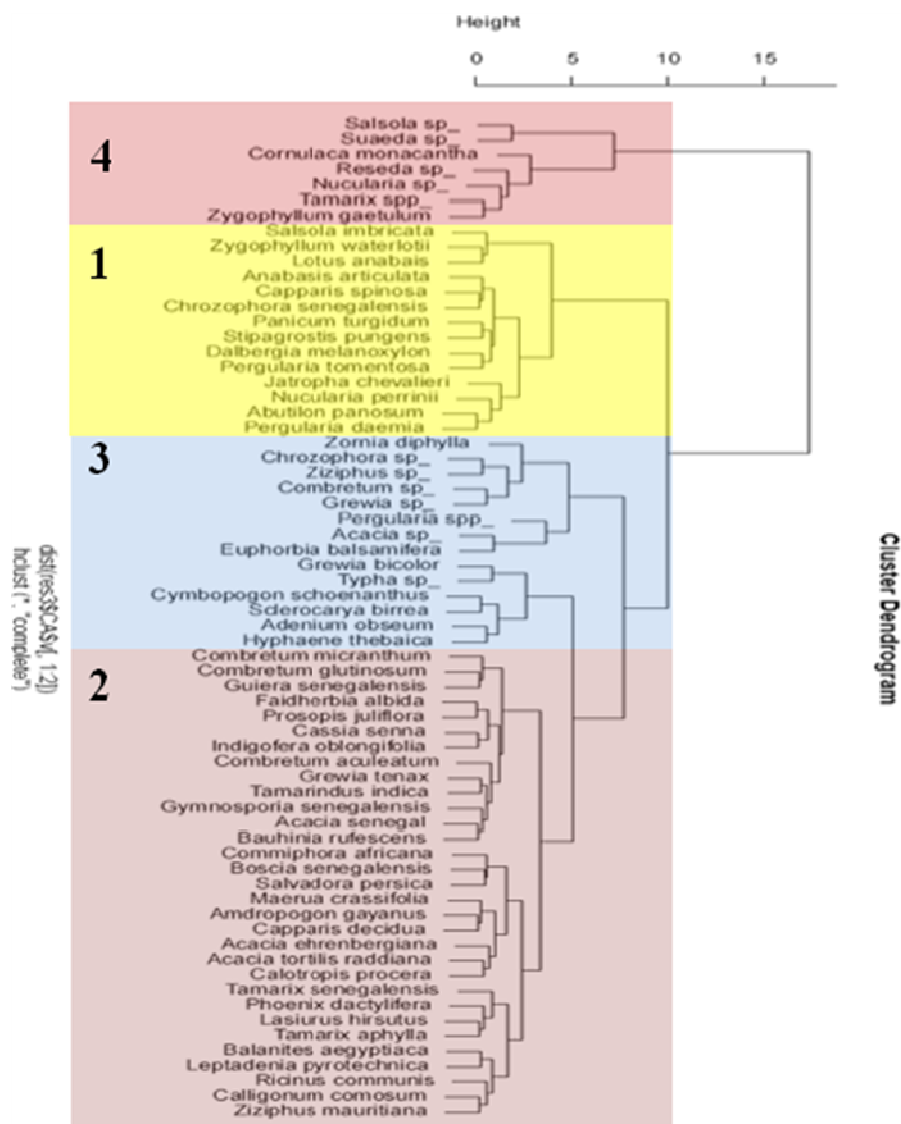


Figure 20 : dendrogramme des espèces pérennes

Tableau XXV. Classe 1 de la communauté des pérennes

	Nom d'espèce	Occurrence	Occ. Relative %	Famille	Type biogéographique
1	<i>Salsola imbricata</i>	508	2,2	Chenopodiaceae	SS-Med
2	<i>Zygophyllum waterlotii</i>	57	0,2	Zygophyllaceae	end-Maghreb
3	<i>Lotus anabais</i>	44	0,19	Faba-Fabaceae	SS-Med
4	<i>Anabasis articulata</i>	1	0,004	Chenopodiaceae	SS-Med
5	<i>Capparis spinosa</i>	661	2,9	Capparaceae	Med-SS
6	<i>Chrozophora senegalensis</i>	51	0,2	Euphorbiaceae	Trop-Sahel
7	<i>Panicum turgidum</i>	14464	63,4	Poaceae	SS-Trop
8	<i>Stipagrostis pungens</i>	3802	16,7	Poaceae	SS-Med
9	<i>Dalbergia melanoxylon</i>	8	0,03	Faba-Fabaceae	Trop
10	<i>Pergularia tomentosa</i>	385	1,6	Asclepiadaceae	SS
11	<i>Jatropha chevalieri</i>	9	0,03	Euphorbiaceae	Macaronesie
12	<i>Nucularia perrinii</i>	1978	8,7	Chenopodiaceae	SS
13	<i>Abutilon panosum</i>	5	0,02	Malvaceae	Trop
14	<i>Pergularia daemia</i>	813	3,5	Asclepiadaceae	Trop
14		22786	100		

Le groupe de la classe 1 des pérennes réunit 14 espèces. Les espèces de ce groupe sont essentiellement d'origine saharo-sindienne méditerranéenne mais aussi saharo-sindienne tropicales. Une espèce est endémique du Maghreb (*Zygophyllum waterlotii*), une autre macaronésienne (*Jatropha chevalieri*).

D'une manière générale, le groupe reste largement dominé par le *Panicum turgidum* (63,4 %), plante, tropicalo-saharo-sindienne et soudano-deccanienne, caractéristique du paysage végétal saharien (Ozenda, 1991). Le *Stipagrostis pungens* vient en deuxième position au sein du groupe avec 16,7 % des effectifs. Cette Poaceae, saharo-sindienne méditerranéenne, commune du Sahara, qu'on rencontre dans les lits d'oueds ensablés, dans les couloirs interdunaires sur sables profonds fins semble marquée cette classe 1 des pérennes (Benchelah *et al.*, Fl. du Sahara, 204 : 2000).

D'autres espèces comme *Nucularia perrinii*, Chenopodiaceae saharo-sindienne et *Pergularia daemia*, tropicale, font également parti des espèces ayant une occurrence non négligeable dans ce groupe.

L'examen de la carte de probabilité d'observation des espèces de cette classe 1 de la communauté des pérennes, permet d'identifier les distributions suivantes :

- une accentuation de la présence des espèces de ce groupe à partir de la zone centrale en remontant vers le Nord et le Nord-Ouest du pays (fig. 21). À ce niveau, les fortes occurrences se situent dans les régions de Tiris Zemmour, Dakhlet Nouadhibou, Inchiri, Adrar et Tagant. Les zones d'Agane et Edafer sont, aussi, touchées par la forte présence de cette classe ;
- une diminution très nette voire même une absence des espèces de cette classe dans plusieurs endroits au niveau des régions du Sud, particulièrement celles bordant le fleuve Sénégal. Certaines occurrences très timides font leur apparition dans les régions du Hodh El Charghi, (Batten de Oualata) et le Hodh El Gharbi (Aoukars d'Aïoun). Ailleurs, de très faibles occurrences sont observées aux environs de Nouakchott et le Nord du Trarza ;
- la présence de *Dalbergia melanoxylon* (taxon à nette tendance tropicale) est quelque peu surprenante et pourrait résulter d'une anomalie d'échantillonnage ou d'identification. Ce groupe est essentiellement saharo-sindien accusant une tendance méditerranéenne assez marquée.

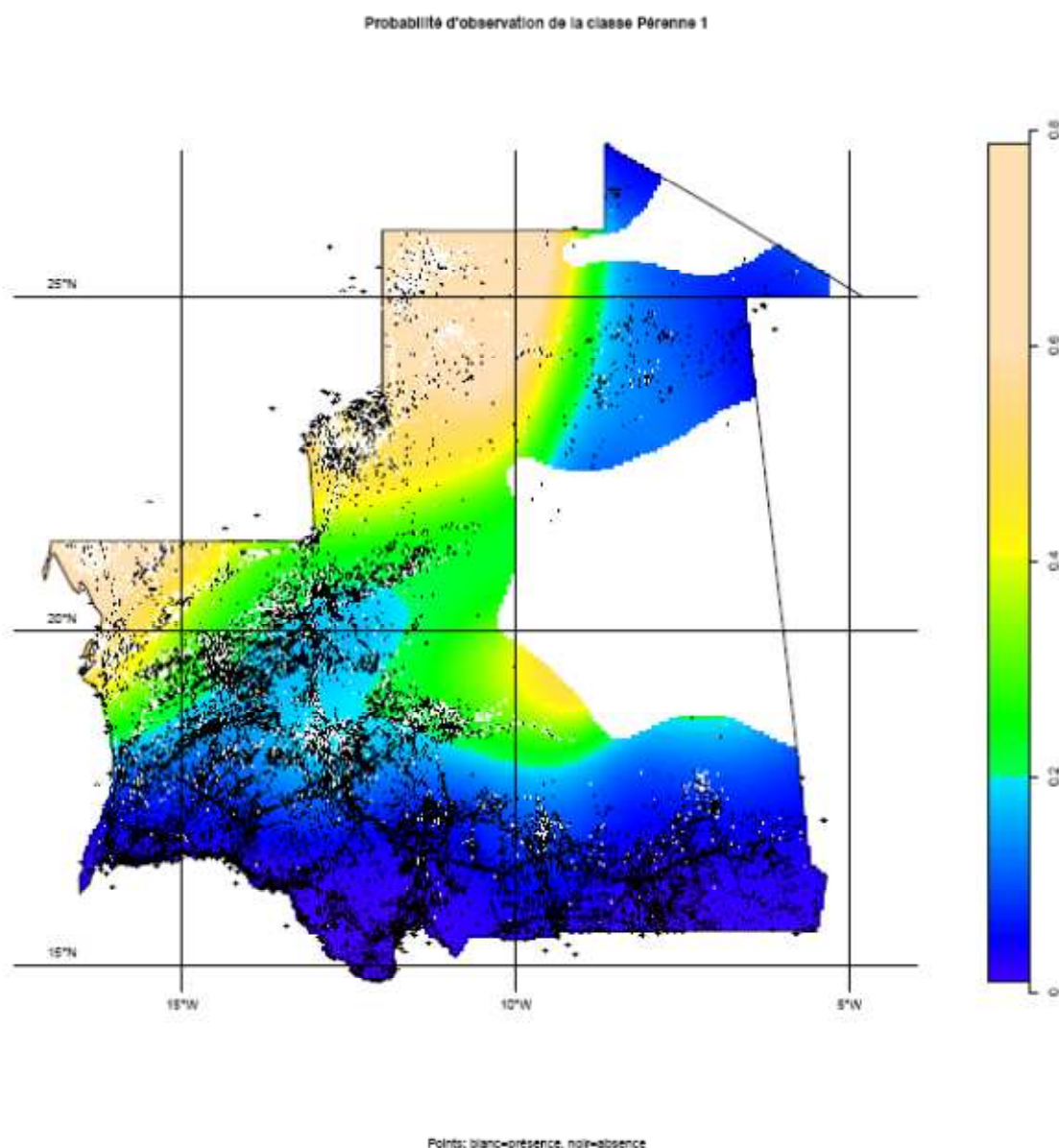


Figure 21 : carte de distribution de la classe pérenne 1

D'une manière générale, la majorité des espèces composant cette classe 1 des pérennes se caractérise par une assez grande amplitude écologique leur permettant la survie dans des biotopes difficiles (aridité et salinité).

Tableau XXVI. Classe 2 de la communauté des pérennes

	Nom d'espèce	Occurrence	Occ. relative %	Famille	Type biogéographique
1	<i>Combretum micranthum</i>	1320	1,6	Combretaceae	Trop-Sahel
2	<i>Combretum glutinosum</i>	548	0,6	Combretaceae	Trop-Sahel
3	<i>Guiera senegalensis</i>	88	0,1	Combretaceae	Trop-Sahel

	Nom d'espèce	Occurrence	Occ. relative %	Famille	Type biogéographique
4	<i>Faidherbia albida</i>	39	0,04	Faba-Mimosaceae	Trop-Sahel
5	<i>Prosopis juliflora</i>	173	0,2	Faba-Mimosaceae	Cult
6	<i>Cassia senna</i>	47	0,05	Faba-Caesalpinaceae	Trop-SS
7	<i>Indigofera oblongifolia</i>	507	0,6	Faba-Fabaceae	Trop
8	<i>Combretum aculeatum</i>	237	0,3	Boraginaceae	Trop-Sahel
9	<i>Grewia tenax</i>	24	0,03	Tiliaceae	Trop-Sahel
10	<i>Tamarindus indica</i>	14	0,01	Faba-Caesalpinaceae	Trop
11	<i>Gymnosporia senegalensis</i>	10	0,01	Celastraceae	Trop-SS
12	<i>Acacia senegal</i>	3054	3,8	Faba-Mimosaceae	Trop
13	<i>Bauhinia rufescens</i>	424	0,5	Faba-Caesalpinaceae	Trop
14	<i>Commiphora africana</i>	599	0,7	Nyctaginaceae	Trop-Sahel
15	<i>Boscia senegalensis</i>	2749	3,4	Capparaceae	Trop-Sahel
16	<i>Salvadora persica</i>	267	0,3	Salvadoraceae	SS-Trop
17	<i>Maerua crassifolia</i>	10888	13,6	Capparaceae	Trop-SS
18	<i>Amdropogon gayanus</i>	33	0,04	Poaceae	Trop
19	<i>Capparis decidua</i>	4725	5,9	Capparaceae	Trop-SS
20	<i>Acacia ehrenbergiana</i>	7343	9,2	Faba-Mimosaceae	SS-Trop
21	<i>Acacia tortilis raddiana</i>	14502	18,2	Faba-Mimosaceae	SS-Trop
22	<i>Calotropis procera</i>	5933	7,4	Asclepiadaceae	Trop-SS
23	<i>Tamarix senegalensis</i>	546	0,6	Tamaricaceae	Trop-Sahel
24	<i>Phoenix dactylifera</i>	1085	1,3	Arecaceae	Med-SS
25	<i>Lasiurus hirsutus</i>	37	0,04	Poaceae	SS
26	<i>Tamarix aphylla</i>	81	0,1	Tamaricaceae	SS
27	<i>Balanites aegyptiaca</i>	15374	19,3	Balanitaceae	Trop-SS
28	<i>Leptadenia pyrotechnica</i>	6987	8,7	Asclepiadaceae	Trop-SS
29	<i>Ricinus communis</i>	4	0,005	Euphorbiaceae	Trop
30	<i>Calligonum comosum</i>	290	0,3	Polygonaceae	SS
31	<i>Ziziphus mauritiana</i>	1687	2,1	Rhamnaceae	Trop
31		79615	100		

Avec 31 espèces (soit 47 % de l'ensemble de l'effectif des pérennes), le groupe de la classe 2 semble se distinguer par rapport aux autres classes par : (i) un nombre élevé des espèces qui le compose et (ii) une affiliation de la majorité des espèces rencontrées dans cette classe au type biogéographique tropical aride. Une seule espèce de la zone méditerranéenne Saharo-sindienne est rencontrée (*Phoenix dactylifera*) mais il s'agit d'une plante cultivée. Dans l'ensemble, la classe 2 des pérennes est dominée par trois espèces qui totalisent plus de 50 % de la globalité des occurrences des effectifs du groupe. Il s'agit de : *Balanites aegyptiaca* (19,3 %), *Acacia tortilis raddiana* (18,2 %) et *Maerua crassifolia* (13,6 %).

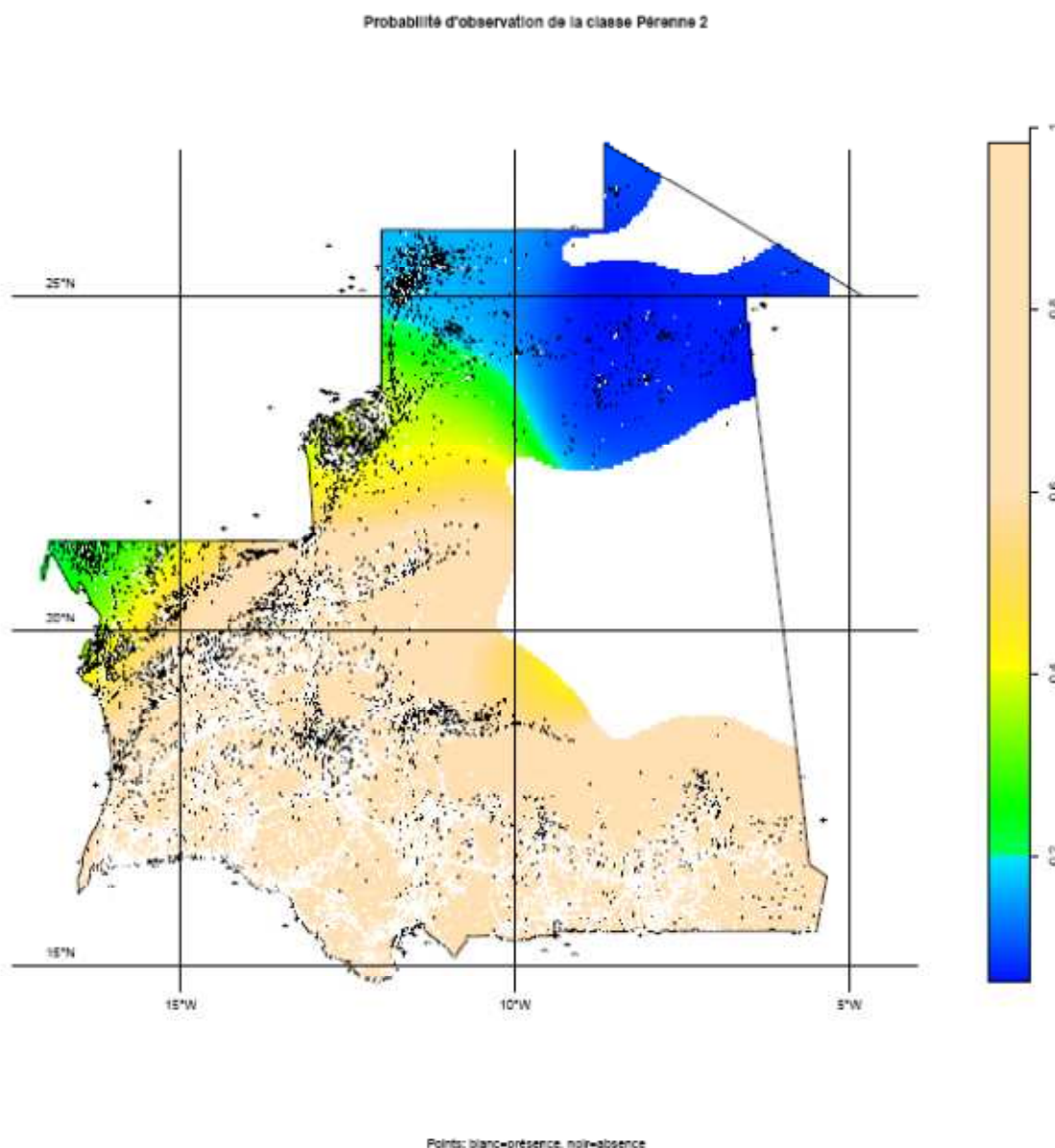


Figure 22 : carte de distribution de la classe pérenne 2

Contrairement à la classe 1 des pérennes, la carte de probabilité d'observation des espèces de la classe 2 (fig. 22), nous montre à la fois ; une large distribution à travers le pays et une forte présence et une montée significative des occurrences en descendant vers le Sud.

La répartition de cette classe concerne globalement toutes les régions du pays : Hodh El Charghi, Hodh El Gharbi, Assaba, Brakna, Guidimakha, Gorgol, Trarza, Tagant, Inchiri, Adrar et la partie occidentale de Tiris-Zemmour.

Les espèces de cette classe caractérisent un groupement floristique qui s'étale sur deux grandes zones de reproduction du Criquet pèlerin à savoir la zone de reproduction estivale (toute la bande sahélienne) et la zone de reproduction hiverno-printanière (bande sub-

saharienne). En fait, en y regardant de plus près, cette classe pourrait être scindée en deux sous-classes ; l'une franchement sahélienne (13 premières espèces du groupe), l'autre plus tolérante à l'aridité.

En se référant aux trois espèces dominantes : *Balanites aegyptiaca*, *Acacia tortilis raddiana* et *Maerua crassifolia* qui totalisent plus de 50 % des occurrences des effectifs, on se rend compte que les espèces de cette classe sont adaptées aux conditions des zones arides et qu'elles peuvent pousser sur les sols sablonneux, limoneux ou argileux et sur tous les types géomorphologiques : dépressions, fond de vallées, plaines et même sur les montagnes.

Bien que l'on constate une présence et une distribution accentuées des espèces de cette classe dans le centre et le sud du pays, elles sont, pour la plupart, des acclimatés de la zone Nord. Sauvage (1946) signalait le *Balanites aegyptiaca* dans le Zemmour oriental à oued Bou Dher et affluents de l'oued Metlani près du puits, l'*Acacia tortilis raddiana* toujours au Zemmour oriental, sur les bords des oueds, dépressions du reg, auprès des galb et des kedia et dans leurs vallées sablonneuses et le *Maerua crassifolia* au Zemmour oriental dans les galb et kedia où il est fréquent sans jamais être abondant et rare dans les oueds à lits sablonneux (Lebrun, 1998). Ces espèces tropicales pénètrent plus ou moins profondément en milieu saharien en profitant de micro-milieus qui leur sont favorables et qui s'estompent progressivement en remontant vers le nord.

Tableau XXVII. Classe 3 de la communauté des pérennes

Nom d'espèce	Occurrence	Occ. relative %	Famille	Type biogéographique
1 <i>Zornia diphylla</i>	2	0,02	Faba-Fabaceae	Trop
2 <i>Chrozophora</i> sp.	34	0,4	Euphorbiaceae	Trop-Sahel
3 <i>Ziziphus</i> sp.	122	1,6	Rhamnaceae	RAS
4 <i>Combretum</i> sp.	166	2,2	Combretaceae	Trop
5 <i>Grewia</i> sp.	1	0,01	Tiliaceae	RAS
6 <i>Pergularia</i> spp.	47	0,6	Asclepiadaceae	RAS
7 <i>Acacia</i> sp.	4572	60,7	Faba-Mimosaceae	RAS
8 <i>Euphorbia balsamifera</i>	1993	26,4	Euphorbiaceae	Trop
9 <i>Grewia bicolor</i>	51	0,6	Tiliaceae	Trop-SS
10 <i>Typha</i> sp.	9	0,1	Typhaceae	RAS
11 <i>Cymbopogon schoenanthus</i>	73	0,9	Poaceae	SS-Trop
12 <i>Sclerocarya birrea</i>	358	4,7	Anacardiaceae	Trop-Sahel
13 <i>Adenium obesum</i>	60	0,8	Apocynaceae	Trop
14 <i>Hyphaene thebaica</i>	38	0,5	Arecaceae	Trop-Sahel
14	7526	100		

Le groupe de la classe 3 des pérennes comprend 14 espèces appartenant à 13 familles distinctes. Ces espèces sont, pour la majorité, caractéristiques des zones tropicales et tropicales du Sahel. Par manque d'information suffisante sur le binom, le type biogéographique de certaines espèces n'a pas pu être déterminé.

L'espèce la plus répandue sur l'ensemble de l'effectif des espèces constituant la classe 3 est *Acacia* sp. (60,7 %), plante commune des paysages sahariens, suivie d'*Euphorbia balsamifera* (26,4 %) connue pour sa répartition nettement occidentale en zone d'influence tropicale (Popov *et al.*, 1991). Les autres espèces composant le groupe marquent une faible occurrence dans cette association. Toutes les espèces de la classe ont des affinités tropicales, certaines sont aussi saharo-sindiennes.

L'espèce la moins représentée dans ce groupe est *Grewia* sp. avec une seule occurrence et 0,01 % des effectifs.

En examinant la carte de probabilité d'observation de présence des espèces de cette classe (fig. 23) on remarque, contre toute attente, une individualisation, assez importante, de cette classe dans l'extrême Nord-Est du pays. Les fortes tendances de présence pour ce groupe se situent, dans la région du Tiris-Zemmour (Zone Ghalamane et El Hank). Néanmoins, la présence des espèces de cette classe, comme le montre la figure 23, est perceptible au niveau des zones de répartition habituelle (tropicale et tropicale du Sahel). Ainsi, nous les rencontrons sur le Dhar de Néma et vers Oualata (Hodh El Charghi), dans les Aoukars d'Aïoun (Hodh El Gharbi), sur les plateaux du Tagant et de l'Adrar, dans les dépressions des environs de Nouakchott et aux confins du littoral.

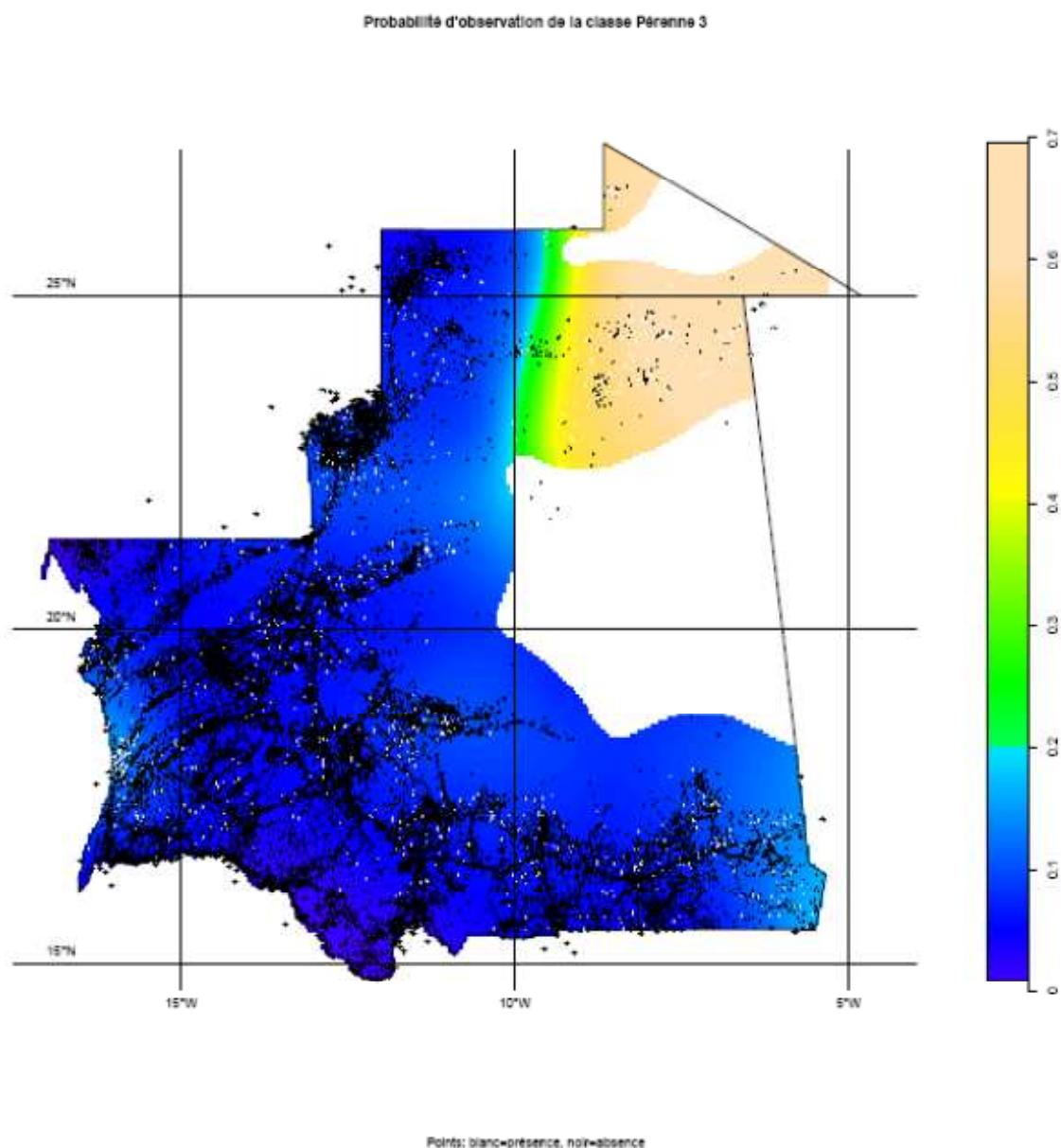


Figure 23 : carte de distribution de la classe pérenne 3

Tableau XXVIII. Classe 4 de la communauté des pérennes

Nom d'espèce	Occurrence	Occ. relative %	Famille	Type biogéographique
1 <i>Salsola</i> sp.	108	15,3	Chenopodiaceae	RAS
2 <i>Suaeda</i> sp.	3	0,4	Chenopodiaceae	RAS
3 <i>Cornulaca monacantha</i>	5	0,7	Chenopodiaceae	SS
4 <i>Reseda</i> sp.	3	0,4	Resedaceae	Med+
5 <i>Nucularia</i> sp.	391	55,6	Chenopodiaceae	SS
6 <i>Tamarix</i> sp.	148	21,0	Tamaricaceae	RAS
7 <i>Zygophyllum gaetulum</i>	45	6,4	Zygophyllaceae	SS
7	703	100		

Le groupe de la classe 4 des pérennes comprend 7 espèces pour la plupart des Chenopodiaceae. L'espèce la plus dominante dans cette classe est *Nucularia* sp. avec plus de 55 % des occurrences des effectifs du groupe. Les deux autres espèces très présentes sont *Tamarix* sp. (21 %) et *Salsola* sp. (15,3 %). Les espèces les moins représentées sont *Reseda* sp. avec 3 occurrences et *Cornulaca monacantha* avec 5 occurrences. Les espèces déterminées sont en majorité de type géographique saharo-sindien et méditerranéen et montrent toutes (à l'exception de *Reseda* sp.) des affinités marquées pour les sols salés.

La figure 24 expose la carte de probabilité d'observation des espèces de cette classe 4 des pérennes à travers tout le territoire. L'examen de cette carte fait apparaître deux situations distinctes :

- une forte présence des espèces de cette classe 4 dans la zone Nord-est du pays, particulièrement dans le Tiris-Zemmour oriental (Ghalamane et versants ouest d'El Hank),
- une absence, presque totale, des espèces de ce groupe dans tout le reste du territoire en particulier dans le centre et le sud du pays.

Il est important de souligner à ce niveau que la dominance de *Nucularia* (plus de 55 %), plante saharienne qui pousse sur les sables grossiers ou dans les rocailles, pèse lourdement dans l'affiliation du groupe aux grands ensembles biogéographiques dans le pays. SAUVAGE (1946), signalait le *Nucularia perrinii* au Zemmour oriental sur les rocailles des galb et des kedia et des oueds sablonneux où cette plante forme parfois de véritables peuplements. Chevalier disait qu'il apparaît dans les régions voisines de l'Adrar mais que sa région de prédilection est le Tiris (Lebrun, 1998).

L'autre espèce dont la présence est importante dans cette classe est le *Tamarix* sp., très fréquent dans les terrains salés. On le rencontre dans de nombreux biotopes en Mauritanie particulièrement dans la zone du littoral et dans les domaines des sebkhas. Sauvage (1946a, 1949b) le cite au Zemmour, dernière partie de l'oued Arouedi et à l'oued Bou Dher et à Atar, près d'Agmar, sur les bords des grands oueds sablonneux (Lebrun, 1998).

De même, une autre espèce, très commune des terrains peu salés, *Salsola* fait parti de ce groupe, réduit, qui s'installe fortement dans cette partie orientale du Tiris-Zemmour. Sauvage (1946a, 1953b) signale que *Salsola imbricata* est assez répandue dans le Zemmour oriental : les oueds sablonneux et rocaillieux, au niveau des endroits sablonneux des galb et kedia, à El Hank, Tim Bessaïs et en Adrar : entre Hassi el Motleh et Aouenit ez Zbel ainsi qu'Azougui. Il est ainsi surprenant que ce groupe ne soit pas mieux représenté dans les biotopes littoraux où sont présentes de nombreuses zones halophiles.

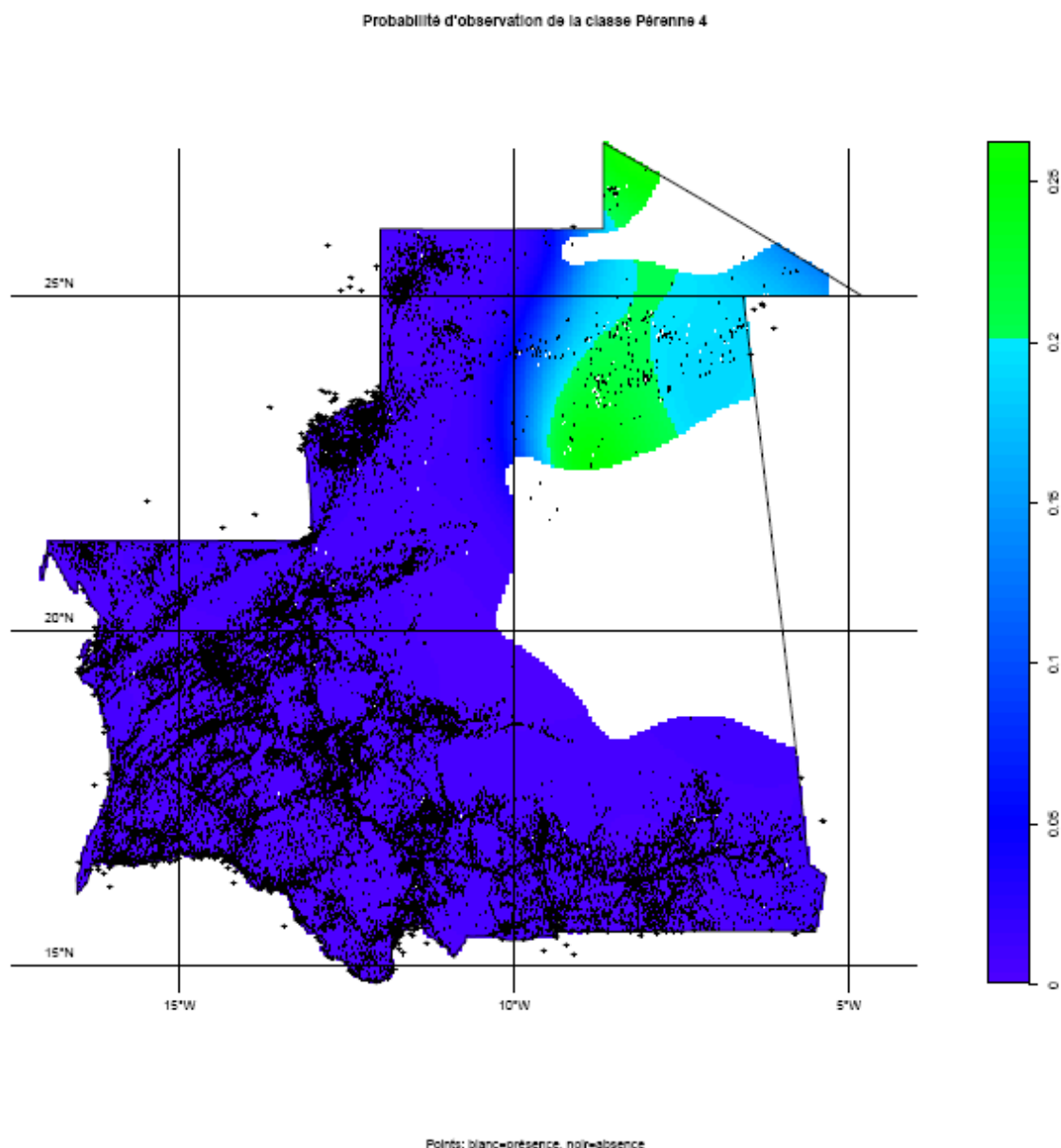


Figure 24 : carte de distribution de la classe pérenne 4

Si l'on compare les résultats des analyses concernant les espèces herbeuses, d'une part et les espèces pérennes d'autre part, on retiendra l'existence de deux types de classes :

- ✓ des petites classes qui prennent en compte le comportement particulier de certains taxons, soit en raison d'une écologie particulière (espèces halophiles ou espèces hygrophiles), soit en raison d'une anomalie d'identification... Chaque cas mériterait d'être examiné en détail pour clarifier les situations et tirer les enseignements qui s'imposent quant à la conduite des prospections,
- ✓ des grandes classes qui soulignent une dualité manifeste entre les taxons d'affinités méditerranéennes (classe 2 pour les herbes et classe 1 des pérennes) et les taxons d'affinités tropicales (classe 4 des herbes et classe 2 des pérennes). Les gradients chorologiques sont globalement similaires mais sensiblement différents dans le détail :

- les herbes tropicales remontent beaucoup moins au nord que les pérennes qui prennent appui sur le massif montagneux de l'Adrar mauritanien pour étayer leur présence septentrionale ;
- concernant les espèces méditerranéennes, on assiste au phénomène inverse ;
- il semble que ces disparités soulignent une modification progressive de la composition floristique du tapis végétal sous l'influence des changements climatiques récents avec une adaptation beaucoup plus rapide pour les herbes annuelles que pour les espèces pérennes ;
- la bande des 17 à 22° de latitude Nord s'affirme comme une zone de transition dotée d'une écodiversité qui va de paire avec une forte biodiversité...à l'échelle des milieux désertiques, or c'est également la zone où la probabilité d'observer des foyers de grégarisation du Criquet pèlerin en Mauritanie est la plus grande.

2.1.3. Données de la végétation

La végétation reste l'une des composantes essentielles dans le dispositif constituant l'environnement et l'aire de développement et de distribution du Criquet pèlerin. À l'image de l'analyse effectuée sur les données acridiennes, nous procédons à une analyse factorielle similaire pour les variables « végétation ». Cette analyse a pour intérêt de comprendre l'interaction entre quatre dimensions du statut de la végétation à savoir : la dynamique de développement des herbeuses, la couverture des annuelles et des pérennes, le verdissement des annuelles et des pérennes et les classes des communautés des espèces annuelles et pérennes.

Pour cette analyse, nous avons sélectionné 7 variables : la couverture des annuelles (6 modalités), la couverture des pérennes (6 modalités), la dynamique de développement des herbeuses (6 modalités), les classes de la communauté des herbeuses (7 modalités), les classes de la communauté des pérennes (5 modalités), le verdissement des herbeuses (6 modalités) et le verdissement des pérennes (6 modalités).

Tableau XXIX. Valeurs propres et pourcentages d'inertie

Fact.	Valeur propre	% variance	% cumulés
dim 1	0.662242644	13.24485287	13.24485
dim 2	0.278681475	5.57362949	18.81848
dim 3	0.239922778	4.79845557	23.61694
dim 4	0.209292538	4.18585076	27.80279
dim 5	0.187169734	3.74339468	31.54618
dim 6	0.172659098	3.45318195	34.99937
dim 7	0.167716922	3.35433845	38.35370

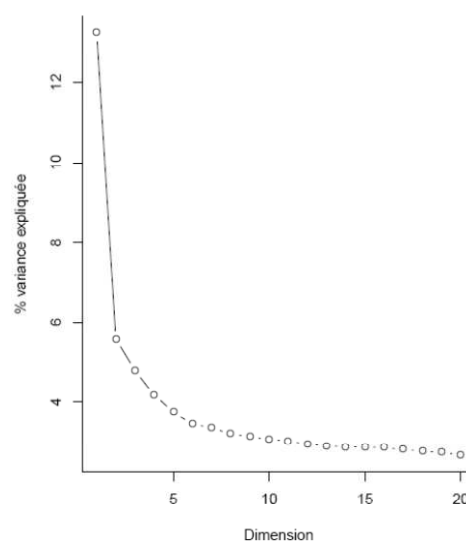


Tableau XXX. Contributions des variables aux 3 axes factoriels

Contribution à l'axe 1		Contribution à l'axe 2		Contribution à l'axe 3	
VCP_(-1,0]	11,235	ClassCommPerr_3	20,321	VVH_0	18,324
VCH_(-1,0]	10,613	ClassCommHerb_1	15,479	ClassCommHerb_3	17,568
VarDynamHerb_0	10,321	VCH.NA	13,986	ClassCommPerr_1	14,2
ClassCommHerb.NA	9,92	ClassCommHerb.NA	9,427	ClassCommHerb_2	13,856
ClassCommPerr.NA	9,869	ClassCommPerr.NA	8,937	VCH_(0,25]	3,814
ClassCommPerr_2	4,338	ClassCommHerb_6	7,492	VCH_(25,50]	3,761
ClassCommHerb_4	3,267	VCH_(75,100]	5,221	ClassCommPerr_2	3,197
VCH_(25,50]	3,24	ClassCommHerb_5	3,242	VCP_(0,25]	3,013
ClassCommHerb_2	3,224	VCP_(-1,0]	2,414	VVH_25	2,978
VCP_(25,50]	2,78	ClassCommPerr_4	1,994	VarDynamHerb_1	2,67

2.1.3.1. Représentation graphique des résultats de l'analyse AFC

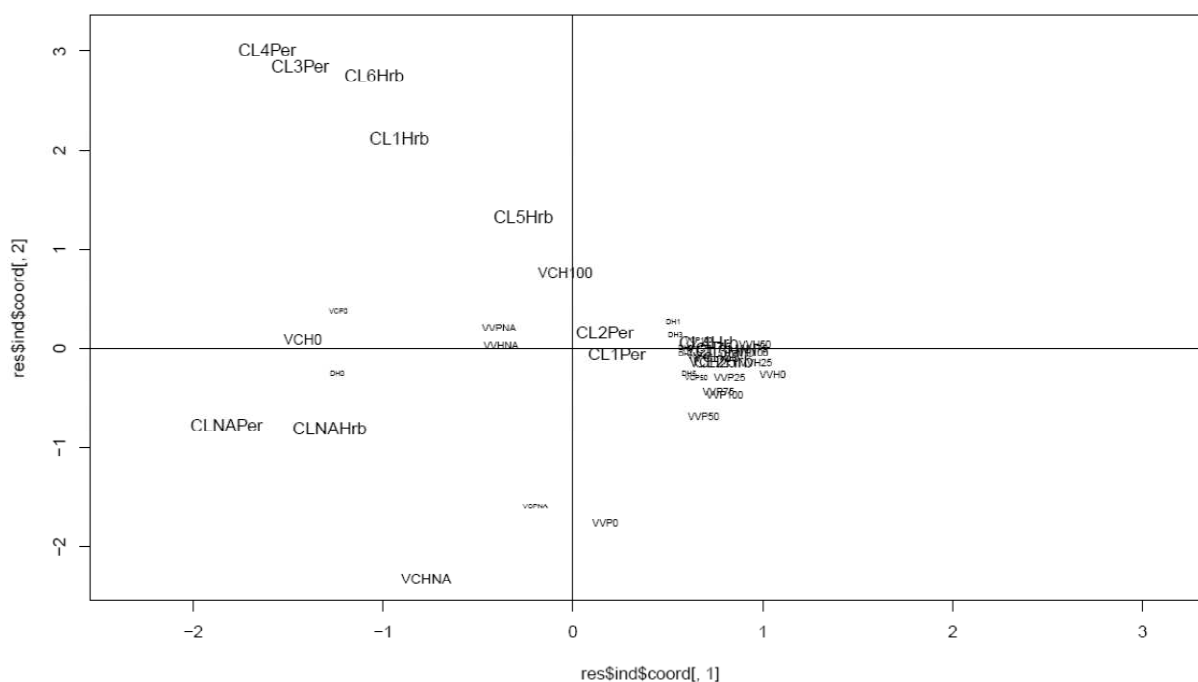


Figure 25 : carte factorielle des données de végétation, axes 1et 2.

Points cachés : au dessus de l'axe 1 (plan factoriel 1/2) {VCH50, VCH25, VCH75, VCP100, VCP75, VCP25, DH2, DH3, DH4, CL2Hrb, CL3Hrb, CL4Hrb, VVH100, VVH50, VVH25, VVP50}

2.1.3.2. Résultats de l'analyse

Dans la première représentation graphique de l'analyse : axes (1/2) où est projetée la somme des variables de la végétation, on note : (i) la présence de cette structure triangulaire

des données et la sortie de deux modalités en dehors du graphique (CL4Per, CL3per) et (ii) l'imbrication importante de plusieurs variables sur la partie positive de l'axe 1.

- Dans la partie positive de l'axe 1 qui fournit 13,24 % de l'information, on note une forte contribution des variables de sécheresse et/ou l'absence, presque totale, de conditions favorables à la survie ou la reproduction du Criquet pèlerin. C'est ainsi que les variables d'absence de couverture aussi bien pour les annuelles que pour les pérennes prédominent la construction de cet axe. De même, la contribution importante des variables de dynamique de développement des herbeuses non renseignées où l'on s'aperçoit qu'aucun développement n'est signalé. Cette situation de sécheresse est renforcée, sur cet axe, par l'absence de toutes les classes de communauté végétale (annuelle et pérenne). Toutefois, il importe de souligner que sur la même partie négative de cet axe 1, certaines classes de la communauté des pérennes notamment la classe 1 et 2 contribuent à la construction de l'axe.

Aussi, sur la partie négative de cet axe 1, nous remarquons que les variables de l'absence de verdissement des annuelles et des pérennes contribuent, simultanément, à la construction de l'axe. En définitive, l'explication que nous jugeons donner à cet axe, c'est qu'il explique une tendance de mauvaises conditions écologiques qui se caractérise par une absence de toute végétation pouvant constituer un intérêt pour la survie ou la reproduction des criquets.

- Sur l'axe 2 de la projection du plan factoriel (1/2) on remarque un rapprochement significatif entre la classe 1 de la communauté des herbeuses et la classe 3 de la communauté des pérennes et leur forte contribution à la construction de cet axe. La première lecture qu'on peut faire de la signification de cet axe repose dans un premier temps, sur le caractère et la nature des deux communautés de classes (herbeuses et pérennes) qui le construisent et dans un deuxième temps sur la contribution des autres variables d'absence de communautés végétales. C'est pourquoi, nous avons pu tirer, du graphique de représentation, les remarques suivantes :

- Il ressort des résultats de notre première analyse des données floristiques que les deux groupes : classe 1 de la communauté des herbeuses et classe 3 de la communauté des pérennes contiennent, dans leur composition, un nombre réduit d'espèces ainsi qu'une gamme d'information peu satisfaisante pour leur caractérisation. Cette situation a fait des deux groupes une sorte de classes presque excentriques (fig. 9 et 20).
- Sur la partie négative de cet axe, on remarque également une absence de la végétation aussi bien annuelles que pérennes. Cette absence est traduite par la forte contribution, à la fois, des variables d'absence de classes de communauté végétale et les variables d'absence de couverture des herbeuses.

Ainsi, nous comprenons de cet axe qu'il symbolise une certaine détérioration ou carence des conditions écologiques ; car l'absence d'une dynamique de développement des herbeuses, d'une couverture des annuelles et la rareté des communautés de végétation traduisent considérablement la présence de conditions écologiques défavorables au développement des criquets.

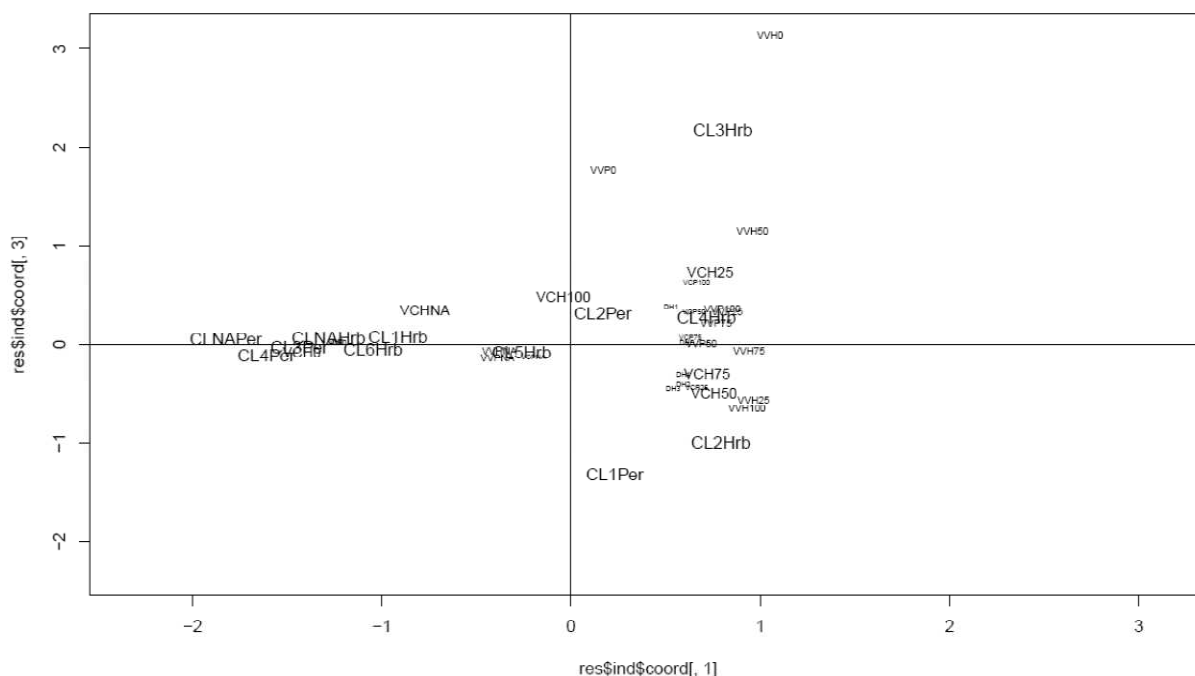


Figure 26 : carte factorielle des données de végétation, axes 1 et 3.

Points cachés : sur l'axe 1 (plan factoriel 1/3) côté positif en haut à droite : VCP50, VVP100, VVP25, VVP25, CL4Hrb.
Axe 1 côté négatif : CL6Hrb, CL1Hrb, CLNAHerb, DH0, VCH0.

- Sur l'axe 3 de la projection du plan factoriel (1/3) on observe des affinités entre d'une part, les jeunes pousses, la classe 2 de la communauté des herbeuses et les verdissements de la végétation annuelle et pérenne et d'autre part, les stades de développement phénologique de tallage, montaison, floraison et les couvertures végétales des herbeuses entre 50 et 70 %. De même, des rapprochements sont observés entre les classes de communautés herbeuses 1 et 6 et les classes de communautés pérennes 3 et 4. Dans ces conditions, nous pouvons comprendre la signification de cet axe 3 :
 - les classes 3 et 2 de la communauté des herbeuses ainsi que la classe 1 de la communauté des pérennes contribuent fortement à la formation de cet axe. Cette construction de l'axe est également appuyée de manière significative par la contribution de la couverture végétale des herbeuses 25 et 50 %.

- des affinités sont apparentes entre les jeunes pousses des herbeuses et les taux de pourcentages de la couverture des espèces annuelles de la hauteur de 25 à 50 %.

D'une façon globale, nous pouvons attribuer à cet axe 3 du plan factoriel (1/3) les débuts d'une amélioration des conditions écologiques dans la zone de reproduction estivale. Cette situation s'explique par : (i) le rapprochement entre la classe 3 de la communauté des herbeuses où adhèrent des espèces de cultures sahéliennes et certaines espèces adventices des terres cultivées comme : *Oryza* sp., cultures, *Pennisetum millicimum*, *Dactyloctenium aegyptiacum* et les pourcentages de couvertures végétales des annuelles en évolution (25 et 50 %), témoignent d'un fonctionnement d'une aire de reproduction estivale ; (ii) le rapprochement entre la classe 1 de la communauté des pérennes marquée par deux espèces d'intérêt pour le criquet *Panicum turgidum* et *Stipagrostis pungens* et le verdissement de la végétation.

2.1.4. Données de l'habitat

Le traitement et l'analyse des données de l'habitat ont été les plus compliqués et les plus difficiles à réaliser durant ce travail. Cette situation s'expliquait d'abord, par un problème de données manquantes et/ou incomplètes pour les différentes variables d'intérêt pour l'analyse dans ce bloc de données et ensuite, une hétérogénéité dans les valeurs des modalités constituant les variables. Malgré toutes ces contraintes, nous avons essayé, autant que possible, de rendre les données simplifiées, non ambiguës et plus faciles à manipuler.

Les ajustements de reconditionnement des données ont été menés sous R et ont permis de simplifier les modalités de la variable habitat de 50 modalités à 12 modalités. Deux variables synthétiques pour la structure du sol ont été également créées (texture fine, texture grossière). En somme, nous avons sélectionné 4 variables pour le type relief : cuvette (3 modalités), oued (3 modalités), interdunes (3 modalités), plaine (3 modalités), 2 variables pour la structure du sol : texture fine (3 modalités), texture grossière (3 modalités) et une variable pour l'humidité avec (4 modalités).

Tableau XXXI. Valeurs propres et pourcentages d'inertie

Fact.	Valeur propre	% variance	% cumulés
dim 1	8.005638e-01	3.735964e+01	37.35964
dim 2	2.900887e-01	1.353747e+01	50.89712
dim 3	2.200341e-01	1.026826e+01	61.16537
dim 4	1.781980e-01	8.315905e+00	69.48128
dim 5	1.495477e-01	6.978894e+00	76.46017
dim 6	1.462352e-01	6.824309e+00	83.28448
dim 7	1.397621e-01	6.522234e+00	89.80672

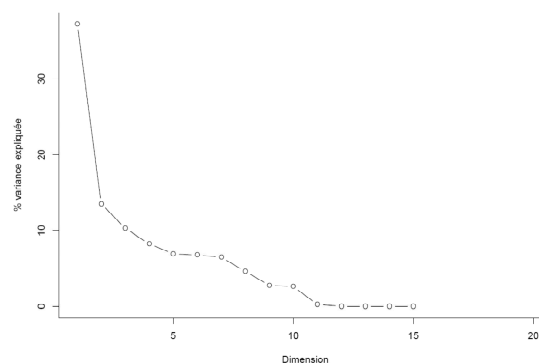


Tableau XXXII. Contribution des variables aux 3 axes factoriels

Contribution à l'axe 1		Contribution à l'axe 2		Contribution à l'axe 3	
Cuvette.NA	11,523	TextureGrossière.NA	47,066	Interdunes_TRUE	25,451
Oued.NA	11,523	TextureFine.NA	47,066	TextureGrossière_1	17,034
Interdunes.NA	11,523	Détrempé	1,771	Interdunes_FALSE	16,541
Plaine.NA	11,523	TextureFine_0	1,702	Oued_TRUE	16,187
Détrempé	10,946	TextureGrossière_0	1,181	Oued_FALSE	10,519
TextureFine_0	8,15	HumSol.NA	0,907	TextureGrossière_0	6,547
HumSol.NA	5,238	Interdunes_TRUE	0,064	Plaine_FALSE	2,507
Cuvette_FALSE	4,495	TextureFine_1	0,044	Humide	1,913
Oued_FALSE	3,744	TextureGrossière_1	0,041	Plaine_TRUE	1,84

2.1.4.1. Représentation graphique des résultats de l'analyse AFC

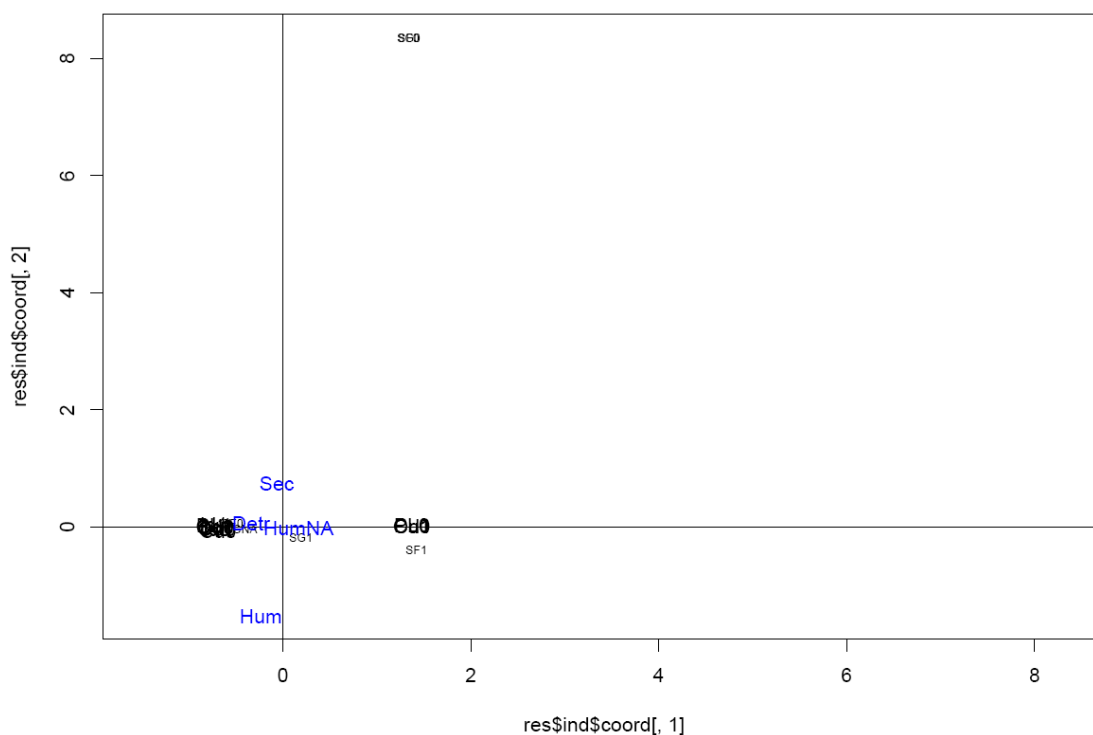


Figure 27 : carte factorielle des données de l'habitat, axes 1 et 2

Liste des points cachés :

Sur l'axe 1, côté positif : Cu=cuvette ; Od=oued ; Id=interdunes ; Pl=plaine ; SF1=Texture Fine ; HumNA=humidité non renseignée ; du côté négatif : Detr=détrempé ; CuNA=cuvette non renseignée.

2.1.4.2. Résultats de l'AFC

D'une manière générale, la première projection du plan factoriel des axes 1 et 2 nous révèle une forte imbrication du nuage des points projetés où les éléments à l'intérieur du

2.1.4.3. Analyse habitat sans « NA »

Compte tenu du nombre élevé des enregistrements non renseignés dans les données de l'habitat (tableaux XII et XIV) et leur influence claire sur les données (34 % des effectifs de la variable habitat : cuvette, oued, interdunes et plaine et plus de 65 % des effectifs de la variable humidité), il nous a paru utile d'exécuter une analyse des données en occultant les modalités non renseignées.

Tableau XXXIII. Données des valeurs propres habitat sans NA

Fact.	Valeur propre	% variance	% cumulés
dim 1	0.29715627	29.715627	29.71563
dim 2	0.16872250	16.872250	46.58788
dim 3	0.15101447	15.101447	61.68932
dim 4	0.13657007	13.657007	75.34633
dim 5	0.12656313	12.656313	88.00264
dim 6	0.07732066	7.732066	95.73471
dim 7	0.04265289	4.265289	100.0000

Tableau XXXIV. Contributions des axes 1 et 2 aux inerties

Contribution à l'axe 1		Contribution à l'axe 2	
TextureGrossière_1	19.869	Cuvette_TRUE	58.062
Interdunes_FALSE	11.339	Plaine_TRUE	12.962
Plaine_TRUE	10.420	Cuvette_FALSE	10.987
Sec	9.571	Plaine_FALSE	9.448
Interdunes_TRUE	9.215	Sec	3.452
TextureFine_0	9.136	Humide	1.962
Oued_TRUE	7.838	TextureGrossière_1	1.788
Plaine_FALSE	7.595	TextureGrossière_0	0.656
TextureGrossière_0	7.285	TextureFine_0	0.293
Humide	5.439	Interdunes_FALSE	0.209
Oued_FALSE	1.900	Interdunes_TRUE	0.170
TextureFine_1	0.353	TextureFine_1	0.011
Cuvette_TRUE	0.032	Oued_TRUE	

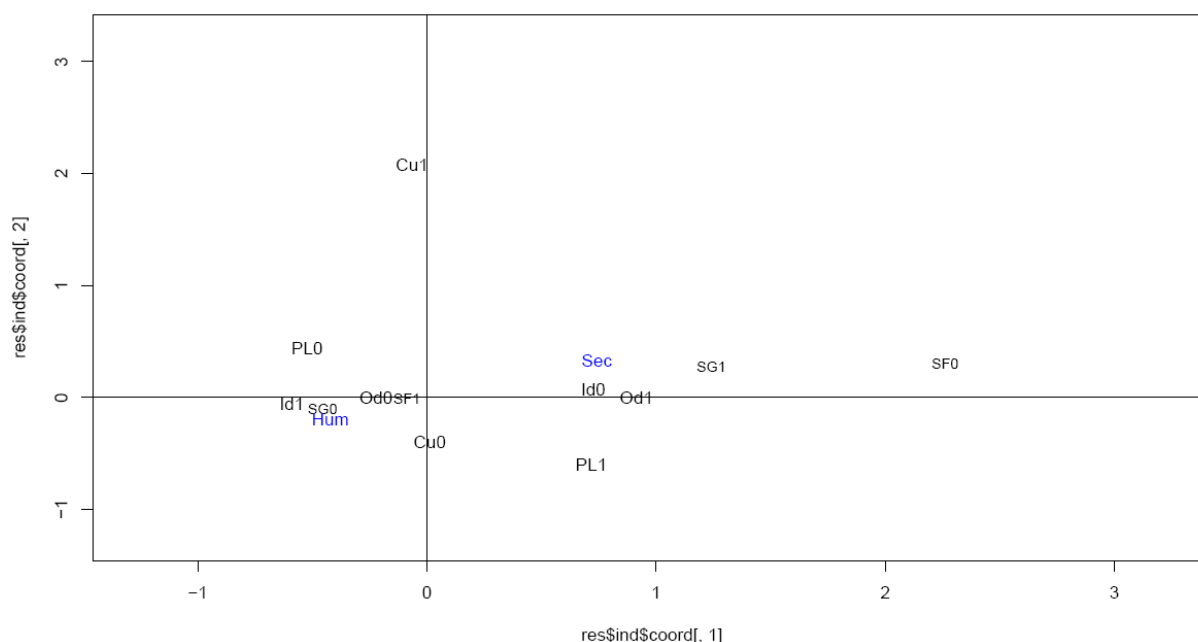


Figure 29 : carte factorielle des données de l'habitat sans (NA), axes 1 et 2.

Nous remarquons dans cette analyse sans les enregistrements non renseignés (NA) que nous réalisons une projection meilleure des variables de l'habitat. On y constate un écartement significatif entre les domaines humides et secs, les plaines et les cuvettes. Dans l'analyse des données récoltées, plus de 60 % de l'information est expliquée par les trois premiers axes (tableau XXXIII). Sur le premier axe qui fournit plus de 29 % de l'information, quatre variables (TextureGrossière_1, Interdunes_FALSE, Plaine_TRUE et Sec) contribuent à plus de 51 % à sa formation (axe 1.2). Les variables relatives à l'humidité du sol (Hum), la texture Fine (TextureFine_1) sont bien regroupées (fig. 29) et s'opposent aux sables grossiers et au sol sec. Cet axe peut être considéré comme l'axe de la texture grossière, absence d'interdunes, les plaines et le sol sec qui contribuent respectivement à 19.8, 11.3, 10.4 et 9.5 à sa formation.

Avec plus de 16 % de l'information fournie par le deuxième axe (tableau XXXIII), ce sont les variables relatives aux cuvettes et plaines qui sont les mieux représentées et contribuent à plus de 70 % à sa formation (tableau XXXIV). Ces variables de cuvette et plaine s'opposent aux variables oued et texture fine (fig. 29).

2.2. Analyse multivariée globale

Comme nous l'avons souligné, plus haut, dans la partie stratégie d'investigation, la préparation et le conditionnement des données ont abouti à la création d'un grand tableau « définitif » sélectionné de la base de données RAMSES pour l'analyse. Ce tableau comportait toutes les variables relatives au Criquet pèlerin et son environnement. Au terme des analyses préliminaires, nous nous sommes rendu compte que plusieurs variables n'apportaient pas une contribution significative à la description de la chorologie et la causalité du fonctionnement du paysage du Criquet pèlerin.

Pour ces raisons, nous avons jugé utile d'exclure, de notre analyse globale, les variables dont l'impact s'est avéré faible et la contribution marginale. Cette suppression de variables a concerné essentiellement les variables suivantes :

- humidité du sol (humide, sec, détrempé) ;
- état des aîlés (isolés, épars, groupés, essaim) ;
- état des larves (isolées, éparses, groupées, bandes) ;
- verdissement des annuelles ;
- verdissement des pérennes.

Il est à noter également que toutes les modalités (NA) ont été exclues de cette analyse.

Tableau XXXV. Valeurs propres et pourcentages d'inertie

Fact.	Valeur propre	% variance	% cumulés
dim 1	0.17097126	7.169762	7.169762
dim 2	0.14281294	5.988930	13.158692
dim 3	0.12455743	5.223376	18.382068
dim 4	0.11641087	4.881746	23.263814
dim 5	0.10016459	4.200451	27.464265
dim 6	0.09129557	3.828524	31.292789
dim 7	0.08958080	3.756614	35.049403
dim 8	0.08768228	3.676999	38.726402
dim 9	0.08378951	3.513753	42.240156
dim 10	0.08279180	3.471914	45.712070

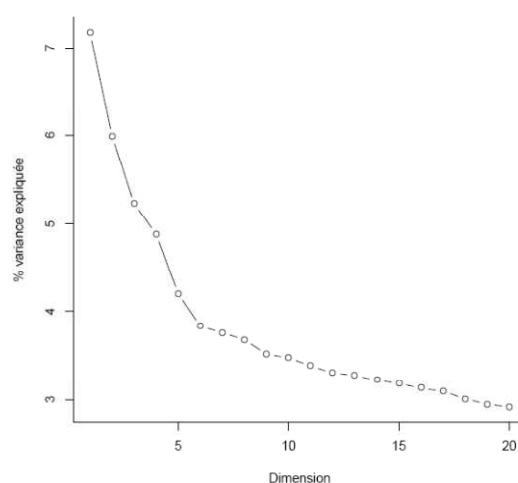


Tableau XXXVI. Contribution des variables aux 3 axes factoriels

Contribution à l'axe 1		Contribution à l'axe 2		Contribution à l'axe 3	
TextureGrossière_1	12,115	VarAiles_2	13,97	VarLarve_2	15,623
ClassCommHerb_2	11,578	VarLarve_2	13,81	VarAiles_2	14,007
ClassCommHerb_4	8,657	VarAiles_1	8,652	VarAiles_1	6,744
Interdunes_1	7,868	ClassCommHerb_3	7,6	Plaine_1	6,69
TextureGrossière_0	7,169	Interdunes_1	6,642	Plaine_0	6,193
ClassCommPerr_1	6,548	VarLarve_1	6,621	VarDynamHerb_1	5,804
Interdunes_0	5,969	Interdunes_0	5,039	VarAiles_3	5,336
VarAiles_2	5,951	VarAiles_3	4,238	ClassCommHerb_3	4,727
Oued_1	4,632	Oued_1	3,823	VarLarve_3	4,481
VCH_5	4,466	VarAiles_0	3,151	TextureGrossière_1	3,864
VarLarve_2	3,519	VCH_2	2,672	ClassCommPerr_1	3,618

2.2.1. Représentation graphique

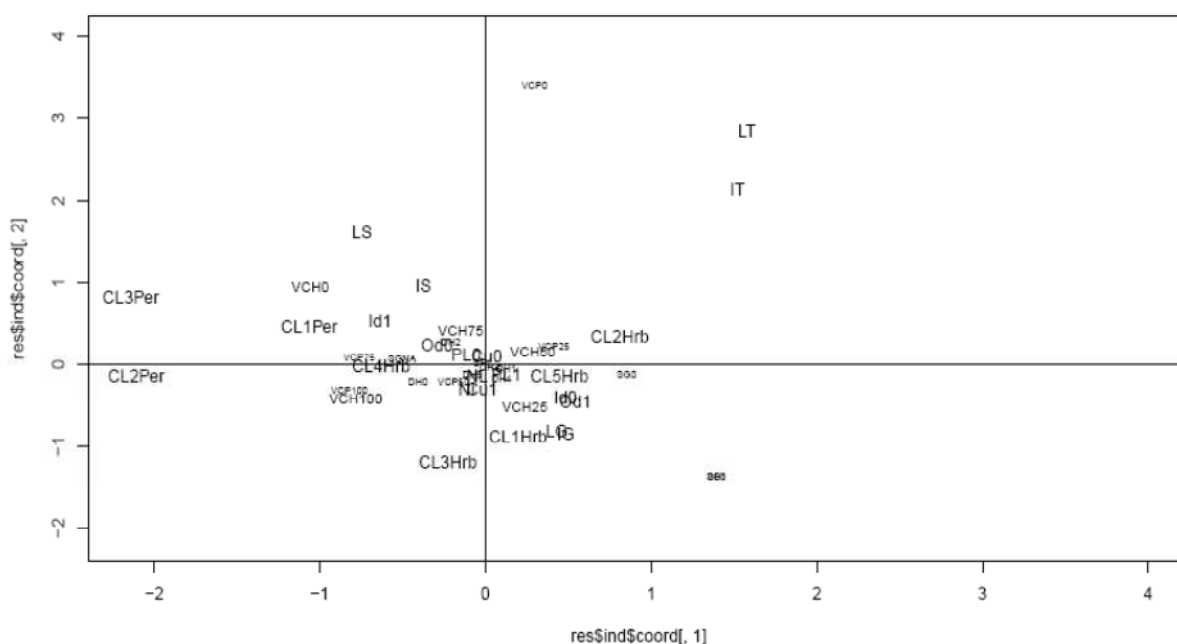


Figure 30 : carte factorielle de l'analyse globale, axes 1 et 2.

2.2.2. Résultats de l'analyse

Dans cette analyse d'ensemble (fig. 30), on remarque deux dispositions majeures dans la représentation graphique de l'axe 1-2. Le graphique expose, d'abord une imbrication légère de certaines variables même si de réelles tendances peuvent être mises en évidence, puis un détachement probant, par groupe, d'autres variables. C'est à ce titre que les populations solitaires semblent se positionner du côté gauche en haut du graphique. Les *transiens* sont en bonne fulgurance dans la partie droite du haut du graphique. Quand aux grégaires, ils sont dans la mêlée du côté droit en bas du graphique.

En effet, concernant les résultats des données de cette analyse d'ensemble, plus de 18 % de l'information est expliquée avec les trois premiers axes (tableau XXXV). Sur le premier axe qui fournit plus de 7 % de l'information, quatre variables (TextureGrossière_1, ClassCommHerb_2, ClassCommHerb_4, Interdunes_1) contribuent à plus de 40 % à sa formation (tableau XXXVI). Les variables de la communauté des herbeuses 1 et 3 ainsi que la variable des larves grégaires sont bien groupées et s'opposent aux communautés des herbeuses (2 et 4) et les variables d'interdunes et de texture grossière (fig. 32).

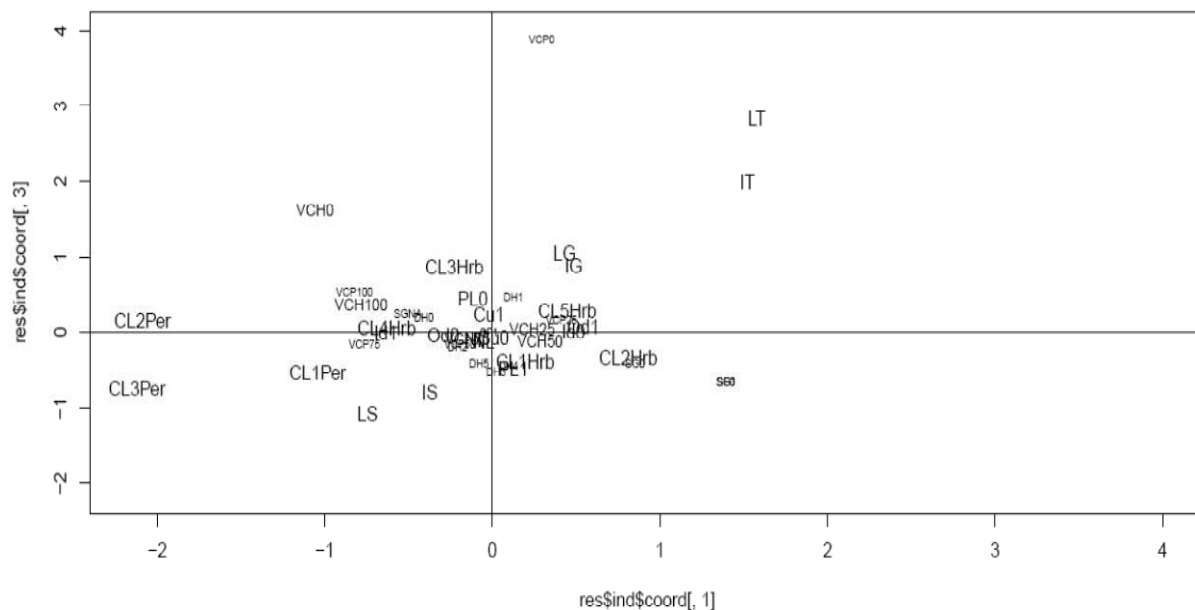


Figure 31 : carte factorielle de l'analyse globale, axes 1 et 3.

Le deuxième axe fournit plus de 6 % de l'information totale (tableau XXXV). Les deux variables relatives aux individus *transiens* (VarAiles_2, VarLarve_2) contribuent à plus de 27 % à la formation de l'axe. Les variables relatives aux individus solitaires ainsi que la communauté des herbeuses 3 et les interdunes contribuent significativement (plus de 22 %) à la formation de cet axe. Cet axe met en évidence, avec des coordonnées positives, le développement d'une population d'acridiens de type *transiens* dans une aire écologique où dominent les interdunes et la végétation de type biogéographique Saharo-sindien.

On retrouve également sur cet axe un rapprochement entre les interdunes et le groupe de la classe 3 (en majorité, espèces caractéristiques des zones tropicales du Sahel et tropicales) de la communauté des herbeuses qui, tous deux, contribuent significativement à la construction de l'axe.

3. Discussion

La réalisation de ce travail qui s'est focalisé sur l'utilisation des analyses factorielles de correspondances pour décrire la synthèse des relations entre les différents facteurs bioécologiques à savoir ; l'acridien, le climat, la flore et la géomorphologie, a permis d'atteindre quelques résultats qui vont contribuer, sans nul doute, à l'amélioration des connaissances de l'écodiversité des biotopes du Criquet pèlerin en Mauritanie et offrir une meilleure précision sur la localisation des aires de survie et de reproduction.

Le traitement des informations issues de la base de données « RAMSES » du Centre National de Lutte Antiacridienne de Mauritanie, pour la période de 1988 à 2009, pour un total de 55 520 enregistrements, a révélé d'une part l'importance du volume de l'information contenue dans la base de données et d'autre part, la limite des possibilités qu'offrent ces informations pour réaliser des analyses édifiantes et fructueuses ; car si ces informations sont variées, elles sont aussi complexes et parfois hétérogènes.

Nous discuterons dans un premier temps les contraintes rencontrées et les limites des informations consignées dans la base de données RAMSES, pour aborder dans un deuxième temps les résultats de nos investigations en dégageant notre compréhension des dimensions des analyses. Nous aborderons enfin, l'apport de nos résultats dans la rationalisation de la stratégie spatio-temporelle de surveillance acridienne en Mauritanie.

3.1. À propos des données de RAMSES

Nous avons montré dans la partie préparation et conditionnement des données, que les informations diversifiées contenues dans la base de données, malgré leurs richesses et consistances, comportaient certaines incohérences qui rendaient difficile voire hasardeux (pour certaines typologies de données) leur exploitation dans un processus d'analyse factorielle des correspondances.

Convaincus de la nécessité d'une opération de nettoyage soignée, nous avons travaillé, plusieurs mois durant, à gérer un ensemble de données volumineux, complexe et incohérent (55 520 enregistrements) pour le rendre plus accessible aux outils de traitement et d'analyse. Tout au long de cette opération de nettoyage, nous avons œuvré à maintenir l'originalité des données en écartant toute démarche visant à modifier ou dénaturer l'information initiale. D'une façon générale, l'opération de nettoyage a permis de faire le constat suivant :

- RAMSES constitue un outil précieux de stockage et de gestion de données acridiennes et anti-acridiennes qui peuvent être exploitées à double fin :
 - une exploitation en temps réel pour dresser un diagnostic de situation et en suivre l'évolution,
 - une exploitation différée permettant de faire des synthèses, recoupant des situations contrastées (rémission, résurgence, recrudescence...).

- Plusieurs lacunes et manquements dans la consistance de l'information apparaissent avec le temps :
 - certains sont dus au non respect des prospecteurs et techniciens, durant les fortes crises où l'activité dévient plus intense, de la collecte intégrale de l'information sur le terrain : on se contente, le plus souvent, au cours des périodes d'invasions, de communiquer les superficies traitées et les quantités de pesticides utilisées en occultant les autres aspects complémentaires de l'information (description des cibles et, *a fortiori*, de l'environnement ;
 - d'autres sont structurels, il manque en effet une table synthétique (que nous avons dû créer) permettant de caractériser de façon simple et homogène chaque signalisation en précisant l'état phénologique, l'état phasaire, la densité, éventuellement le type de biotope et de situation acridienne globale (rémission, résurgence, recrudescence...).
- Le nettoyage a révélé que les données quantitatives exprimées en (% , Kg, L, m, cm, m², ha...) font l'objet d'un manque de rigueur et d'approximation qui rendent, parfois, l'information incertaine et difficile à exploiter (cas des données sur les traitements, sur la météorologie, sur l'habitat, etc.). Pour cela, il est indispensable de concevoir des contraintes de saisies permettant d'éviter les erreurs grossières.
- Sur les cartes de Mauritanie, générées de nos analyses, certaines observations apparaissent au-delà des limites administratives du pays. Cette situation est compréhensible au niveau de certaines zones mais pas pour toutes. Durant les périodes d'invasion, des moyens aériens, dans le cadre d'une collaboration bilatérale, ont effectué des traitements à partir de la Mauritanie sur la rive gauche du fleuve Sénégal et au Mali. Les résultats de ces traitements sont communiqués avec les coordonnées au PCC du CNLA et consignés directement dans la base de données. Pour les points situés en mer, il s'agit d'un problème de saisie de données qui aurait pu être évité par le recours à une saisie contrainte.
- Les données floristiques sont aussi sources de nombreuses erreurs de saisie, faciles à pallier en imposant les menus déroulant lors de la saisie.
- L'important nettoyage auquel il a fallu procéder a permis de déterminer les points forts et les points faibles de la base de données aussi, les résultats de ce travail auront des répercussions positives sur la gestion et l'assainissement du système.

Points forts	Points faibles
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Outil performant de stockage et de gestion des données ▪ Diagnostic, analyse et exploitation, en temps réel, des données ▪ Traitement analytique de données de différentes natures ▪ Élaboration des cartes de situations acridiennes facilitant la compréhension de la situation en cours ▪ Harmonisation de la gestion de l'information acridienne au niveau régional et international 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Manque de contraintes de saisies pour éviter les erreurs grossières ▪ Manque d'une uniformisation des unités de mesures ▪ Manque d'une fonction d'analyse et d'alerte périodique automatisée (sites de ponte, éclosions, reverdissement végétation, ect.)

3.2. Investigations et résultats

Au terme des analyses factorielles multiples réalisées sur les données de la base RAMSES, les résultats ont permis, d'une façon assez claire, la mise en évidence de certaines aptitudes bioécologiques des biotopes du Criquet pèlerin en Mauritanie. Les analyses confirment que le Criquet pèlerin trouve sur le territoire mauritanien des espaces complémentaires qu'il exploite de façon préférentielle et circonscrite en fonction de son état phasaire et de sa phénologie (Babah Ebbe, 2009). Les analyses montrent également, la forte probabilité de rencontrer, à n'importe quelle période de l'année, le Criquet pèlerin sur le sol mauritanien, ce qui suppose une complémentarité écologique des zones de survie et de reproduction. Par contre, ces analyses mettent en évidence l'importance des populations de *transiens* dans le dispositif de reproduction et de développement du Criquet pèlerin. Ainsi, les *transiens* constituent-ils une entité démarquée des autres états phasaires et manifestent des affinités avec certaines communautés végétales de la bande Saharo-sahélienne.

Par ailleurs, il est apparu durant ce travail d'analyse que les interactions entre le Criquet pèlerin et certains aspects tels que la géomorphologie ou l'état de la végétation restent très ténues voire absentes. Par Conséquent, ce résultat surprenant suggère deux hypothèses :

- une absence effective d'interrelation entre la distribution des acridiens et la géomorphologie ou l'état phénologique du tapis végétal. Cette hypothèse est contraire à l'expérience et aux études antérieures et ne peut être retenue,
- un manque de pertinence des données consignées dans la base RAMSES. Cette hypothèse mérite d'être explorée afin d'améliorer la pertinence des données collectées :
 - **pour la géomorphologie**, la gamme des classes proposées et retenues n'est pas opérationnelle en dépit de l'important nettoyage qui avait été tenté et il serait judicieux de prendre en compte les catégories classiquement utilisées pour décrire les modèles désertiques :

- affleurement rocheux ;
- regs ;
- ensablements superficiels ;
- ensablements profonds ;
- interdunes ;
- oued ;
- épandages/grarat ;
- sebkha.

Ces différentes catégories peuvent être subdivisées en plusieurs variantes en fonction de la nature du sous-sol ou de la granulométrie. L'important étant de pouvoir cerner le régime hydrique du biotope (possibilités de redistribution des eaux et de réserves hydriques du sol).

■ **Pour la végétation**, il conviendrait de distinguer clairement quatre types de plantes :

- les espèces herbeuses annuelles (étroitement dépendantes de la pluviosité),
- les espèces herbeuses vivaces (qui exploitent des réserves hydriques conséquentes),
- les ligneux bas (buissons),
- les ligneux (arbustes et arbres) qui exploitent des réserves hydriques importantes en durée et en quantité impliquant un accès de l'appareil racinaire à une nappe phréatique plus ou moins profonde et de clarifier les descripteurs à retenir : abondance, verdissement, développement.

Si l'étude des essences floristiques et la dynamique des populations acridiennes ont révélé des interactions significatives dans la caractérisation des biotopes du Criquet pèlerin, d'autres sources de données n'ont pas donné les résultats escomptés. On peut citer parmi ces données, comme nous l'avons vu dans le cours de ce document, l'humidité du sol, la texture du sol, les pourcentages de couverture et de verdissement des annuelles et des pérennes (...). Il est vrai que ces données manquent de 'fidélité' et que la structure des informations a varié au cours d'un quart de siècle de prospection (Babah Ebbe, 2009). Une certaine réflexion de la part des gestionnaires et des utilisateurs du système, sur le sujet s'impose pour accéder à une réelle standardisation des observations et de leur transmission. Le cas le plus flagrant est celui de l'humidité édaphique fournie sous forme de trois descripteurs : profondeur du sol sec, profondeur du sol humide et évaluation quantitative dont l'interprétation est devenue quasi impossible ; car les notations varient en fonction de l'observateur, or ce paramètre serait particulièrement important à prendre en considération tant pour la végétation que pour le développement acridien, en particulier pour évaluer le risque de ponte. Dans ce contexte on pourrait retenir 5 niveaux (surface, 0 à 5 cm, 5 à 10 cm, 10 à 30 cm et plus de 30 cm) et indiquer pour chaque niveau si le sol est sec (S) ou humide (H), ce qui lève toute ambiguïté. Quant à la granulométrie (texture du sol), il serait souhaitable de fournir une évaluation

semi-quantitative pour les argiles, les limons, les sables fins, les sables grossiers et les graviers en précisant pour chaque catégorie si elle est absente, peu abondante, abondante ou dominante.

À la lumière de ce qui précède, il importe de souligner qu'il a été possible d'abord, de déterminer des communautés d'espèces végétales herbeuses et pérennes sous forme de classe et d'en définir les aires de distribution et de forte probabilité de présence. Cette classification a révélé 6 classes pour la communauté des herbeuses et 4 classes pour la communauté des pérennes. Ces communautés d'espèces végétales herbeuses et pérennes se répartissent comme suit :

- Dans le Nord au Tiris-Zemmour et particulièrement dans la zone d'El Hank, on retrouve les classes 1, 5 et 6 des herbeuses et 3 et 4 des pérennes. Au niveau de ces communautés de classes, les espèces suivantes dominent : *Tribulus* sp. et *Farsetia* sp. pour la classe 1 des herbeuses, *Aristida* sp. pour la classe 5 et *Fagonia* sp. pour la classe 6. Quand aux pérennes, *Acacia* sp. pour la classe 3 et *Nucularia* sp. pour la classe 4. Les analyses factorielles montrent que les aires de forte probabilité d'observation de ces classes ne sont concernées que par les phases grégaires, surtout la communauté de la classe 1 des herbeuses. De cette analyse on remarque la présence des grégaires dans les domaines de type biogéographique aussi bien tropical que saharo-sindien. Cette situation nous montre que les grégaires sont moins exigeants par rapport aux solitaires et *transiens*.
- Dans la partie centrale, à partir de 18° N, en remontant vers le Nord (Tiris-Zemmour occidentale), on trouve les classes 2 de la communauté des herbeuses et la classe 1 des pérennes. La classe 2 des herbeuses est dominée par les espèces : *Heliotropium ramosissimum*, *Schouwia thebaica* et *Farsetia stylosa*. Pour la classe 1 des pérennes, elle est dominée par *Panicum turgidum* et *Stipagrostis pungens*. Les analyses factorielles affectent à ses catégories de classes, surtout la classe 2 des herbeuses, la forte probabilité de présence, dans un premier plan, les populations grégaires (essaims et bandes larvaires) et dans un second plan, les populations de *transiens*. La texture grossière et les interdunes restent privilégiées par ces communautés végétales ainsi que les populations acridiennes qui s'y développent. Pour cela, les *transiens* restent dominant dans les biotopes à dominance des domaines de type biogéographique saharo-sindien.
- À partir du centre du pays en descendant vers le Sud et le Sud-Est (au sud de 20° N) – toute la bande de reproduction estivale du Criquet pèlerin – on retrouve les classes 4 et 2 des herbeuses et la classe 2 des pérennes avec une montée de cette dernière jusqu'à Tiris-Zemmour dans sa partie occidentale. Ces classes sont dominées par : *Cenchrus biflorus*, *Tribulus terrestris* et *Indigofera senegalensis* pour la classe 4 des herbeuses et *Balanites aegyptiaca*, *Acacia tortilis raddiana* et *Maerua crassifolia* pour la classe 2 des pérennes. Les analyses factorielles

prouvent l'affinité des populations solitaires aux biotopes où s'étendent ces communautés, en particulier, les classes 4 et 2 des herbeuses. Comme habitat, les interdunes et les plaines ainsi que la texture grossière constituent les milieux les plus associés à ces communautés végétales et populations acridiennes. Donc, les solitaires évoluent, selon l'analyse, dans les domaines de type biogéographique tropical et tropical sahélien.

- Au Sud du pays (toute la bande située au Sud de 18° N), le long de la vallée du fleuve Sénégal et dans les deux Hodh, se trouve singulièrement la classe 3 de la communauté des herbeuses. Parmi les espèces les plus dominantes on rencontre : *Panicum laetum*, *Alysicarpus ovalifolius* et *Aristida funiculata*. Il a été démontré par les analyses que cette communauté végétale des herbeuses s'associe beaucoup aux populations acridiennes solitaires. Les populations *transiens* y trouvent également leur compte. Les interdunes et les oueds constituent l'habitat propice pour ces communautés végétales.

L'analyse floristique a permis d'affiner la caractérisation des acridorégions, on peut cependant remarquer que cette analyse ne prend en compte qu'un petit nombre d'espèces (199 espèces sur plus d'un millier de taxons présents en Mauritanie). De plus, une proportion non négligeable de taxons n'est identifiée qu'au niveau du genre. Des progrès restent donc possibles si les prospecteurs amélioraient leurs capacités de diagnose et pouvaient reconnaître les 200 principales espèces qui contribuent à caractériser les biotopes acridiens en Mauritanie. Il serait, de plus, souhaitable de prendre en compte la répartition des espèces en quatre strates (herbes annuelles, herbes vivaces, ligneux bas, ligneux hauts) qui présentent une signification tant taxonomique qu'écologique. Il serait donc fort utile de fournir au minimum 3 espèces saillantes par strate lors des relevés de terrain, étant bien évident que l'absence de certaines strates a une signification écologique pour la description du biotope.

Conclusions et perspectives

Au terme de ce mémoire, qu'il nous soit permis de souligner que notre exploitation de la base de données RAMSES reste encore très limitée quant aux richesses des informations disponibles sur la biologie et l'écologie du Criquet pèlerin mais aussi concernant les protocoles d'intervention de lutte contre ce ravageur.

Au plan pratique, nos travaux fournissent de nouveaux éléments utiles à la conduite des prospections susceptibles d'aider à la surveillance des acridiens et de leurs biotopes de prédilection en fonction des saisons et de contribuer à asseoir un système de veille et une lutte préventive raisonnée. Il s'agit d'une part, de cartes, pour la Mauritanie, exprimant la probabilité d'observation des populations acridiennes sur toute l'étendue du territoire pour chaque trimestre de l'année et pour chaque mois. De même, des cartes de Mauritanie, montrant également la probabilité de rencontrer les différentes classes des communautés végétales des herbeuses et des pérennes établies suite aux analyses factorielles multiples et la classification ascendante hiérarchique.

Notre travail souligne également l'importance d'une gestion rationnelle de la base de données RAMSES. Certains descripteurs traditionnels méritent d'être repensés et actualisés pour être plus performants; des propositions sont faites en ce sens pour améliorer la fiabilité de la saisie des données.

Compte tenu des limites opérationnelles de certaines typologies des données de la base RAMSES, nous n'avons pu analyser l'ensemble des tables de données (météo, « control ») de cette base très riche et diversifiée. Il nous semble utile de poursuivre l'exploitation de ces données et d'insister auprès des structures de tutelle pour veiller, de façon rigoureuse, au respect orthodoxe des méthodes de travail par les techniciens sur le terrain ; car faute de bonnes observations, il ne peut y avoir de bonne synthèse.

Bibliographie

1. **Adam J.G.** 1960. Contribution à l'étude de la flore et des groupements végétaux de l'Afrique occidentale la Mauritanie sahélienne. Inventaire de l'herbier Sadio Kane de la région du lac de Rkiz (Trarza), *Notes Africaines. Bull. de L'IFAN*, **86**.
[en ligne], disponible sur <<http://www.mr.ref.org/numweb/spip.php?article 108>>, consulté le 23/06/2010.
2. **Sidi Benahi A.S.** 2008. *Délimitation spatiale et temporelle des biotopes du Criquet pèlerin Schistocerca gregaria (Forskål, 1775) en Mauritanie (zone pilote de Grarat Levrass)*. Master SILAT, AgroParisTech, 49 p.
3. **Anonyme** (FAO) 1967. *Manuel Antiacridien*. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), Anti-Locust Research Centre, Rome. 164 p.
4. **Anonyme** (FAO) 1975. *Manuel du prospecteur*. Commission de lutte contre le Criquet pèlerin en Afrique du Nord-Ouest. (FAO), Rome, 69 p.
5. **Anonyme n.d.** Analyse factorielle Multiple (AFM) avec XLSTAT.
[en ligne], disponible sur <<http://www.xlstat.com/fr/support/tutorials/multiple-factor-analysis.htm>>, consulté le 01/06/2011.
6. **Anonyme n.d.** Statistique multivariée.
[en ligne], disponible sur <http://fr.wikipedia.org/wiki/Statistique_multivariée>, consulté le 1/05/2011.
7. **Bâ A., N'Dao O. & Ould Lellé M.V.** 2003. *Cartographie et description des habitats des zones humides sous analyse*. Rapport de mission, 29 p.
[en ligne], disponible sur <http://www.cbnrm.net/web/tft/pdf/ba_a_001cartographiezonehumides.pdf>, consulté le 23/06/2010.
8. **Babah Ebbe M.A.** 2009. *Biogéographie du Criquet pèlerin, Schistocerca gregaria Forskål, 1775 : identification, caractérisation et originalité d'un foyer grégarigène en Mauritanie centrale*. Thèse de Doctorat, École Pratique des Hautes Études : Paris. 286 p.
9. **Baddeley A. & Turner R.** 2005. Spatstat: an R package for analyzing spatial point patterns. *Journal of Statistical Software* **12** (6), 1-42. ISSN: 1548-7660. URL: www.jstatsoft.org
10. **Balança G. & De Visscher M.N.** 1992. *Glossaire des termes élémentaires d'acridologie et de lutte anti-acridienne en Afrique sahélienne*. GTZ, Eschborn (Allemagne) et CIRAD-PRIFAS, Montpellier (France). 157 p.
11. **Balança G. & De Visscher M.N.** 1992. Méthodes de recherche en écologie des traitements antiacridiens en Afrique. *Compte rendu de l'atelier CCE-CIRAD, du 24 au 27 février 1992*, Montpellier (France). 175 p.
12. **Barry J.P., Celles J.C. & Musso J.** 1985. Le problème des divisions bioclimatiques et floristiques au Sahara algérien. Note IV : le plateau du Tademaït et ses alentours (carte Ourgla). *Ecologia Mediterranea*. Tome XI (2/3) : 124-181.
13. **Barry J.P. & Celles J.C.** 1991. *Flore de Mauritanie : Angiospermes Dicotylédones*. Tome I. Institut Supérieur Scientifique, Nouakchott & Université de Nice, 359 p.
14. **Barry J.P. & Celles J.C.** 1991. *Flore de Mauritanie : Angiospermes Monocotylédones, Ptéridophytes, Chlamydospermes*. Tome II. Institut Supérieur Scientifique, Nouakchott & Université de Nice, 550 p.
15. **Barry J.P., Celles J.C. & Musso J.** 1986. Le problème des divisions bioclimatiques et floristiques au Sahara algérien. Note V : Un essai de définition de cette marche africaine aux alentours de l'Adrar des Iforas, *Ecologia Mediterranea*. **Tome XII** (1/2) : 188-235.
16. **Bayard L.** 1947. Aspects principaux et consistance des dunes (Mauritanie). *Bull. de l'IFAN*, **Tome IX**, n° 1-4, pp. 1-17.
17. **Benchelah A.C., Bouziane H., Maka M. & Ouahès C.** 2000. *Fleurs du Sahara : voyage ethnobotanique avec les Touaregs du Tassili*. IBIS, Paris, 255 p.
18. **Benzecri J.P. & Benzecri F.** 1980. *Pratique de l'analyse des données. Analyse des correspondances : exposé élémentaire*. Dunod, Paris, 424 p.

19. **Bivand R.S., Edzer J., Pebesma, Gomez-Rubio V.** 2008. *Applied spatial data analysis with R*. Springer, NY. <http://www.asdar-book.org/>
20. **Boudet G. & Duverger E.** 1961. *Études des pâturages naturels sahéliens : le Hodh, (Mauritanie)*. Vigot, Paris, vol.1 : 160 p.
21. **Boudet G., Lebrun J.P. & Demange R.** 1986. *Catalogue des plantes vasculaires du Mali*. Institut d'Élevage et Médecine Vétérinaire des pays Tropicaux (IEMVT), Maisons Alfort (France) : 480 p.
22. **Carpentier F.-G.** 2005. *Introduction aux analyses multidimensionnelles*. [en ligne], disponible sur <<http://geai.univ-brest.fr/carpenti/2004-2005/PSRS83B-pdf>>, consulté le 24/05/2011.
23. **Castel J.M.,** 1982. *La poussée du Criquet pèlerin en Afrique de l'ouest en 1980*. FAO, *Stations de recherche acridienne sur le terrain. Séries Techniques*. Rome, AGP/DL/TS/23 : 75-107.
24. **Castel J.M.,** 1983. *La lutte préventive acridienne en Afrique de l'Ouest*. FAO : 36 p.
25. **Chara B.** 1987. *Étude comparée de la biologie et de l'écologie de Calliptamus barbarus (Costa, 1836) et de Calliptamus wattenwylanus (Pantel, 1896) (Orthoptera, Acrididae) dans l'ouest algérien*. Thèse. Université d'Aix-Marseille, France, 190 p.
26. **Courel M.F.** (1985). *Étude de l'évolution récente des milieux sahéliens à partir des mesures fournies par les satellites*. Thèse de Doctorat d'État, Université Paris I, 391 pages, 164 fig., 7 pl. photos, 25 images, annexes. Publ. par le Centre Scientifique IBM France, Paris.
27. **Courel M.F. & Cuq F.** 1985. *Étude intégrée des écosystèmes pastoraux sahéliens*. Présentation générale du projet, **fascicule n° 1** et présentation technique détaillée, **fascicule n° II**. Rapport IMAGEO/CNRS, Paris, novembre 1985.
28. **Courel M.F. & Chamard P.C.** 1983. *Les variations spatiales et temporelles des précipitations au Sahel*. *Rev. Hommes et Terres du Nord*, n° 3, pp. 15-23, Lille (France).
29. **Courel M.F., Chamard P., Cossus L. & Mainguet M.** 1981. *Le vent, facteur de désertification des régions saharo-sahéliennes*. [en ligne], disponible sur < <http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00327307/en/> >, consulté le 12/05/2010.
30. **Courel M.F., Barry J.P., Deconinck J.N., Jaouen X., Musso J., Riser J. & Rolando C.** 1989. Le problème des divisions bioclimatiques et floristiques au Sahara. Note IX : Entre Sahel et Sahara : le Tagant. Biogéographie et géomorphologie, *Ecologia Mediterranea*, T. XIV, fasc. 1-2, pp. 155-183.
31. **Courel M.F., Barry J.P., Deconinck J.N., Jaouen X., Musso J., Riser J. & Rolando C.** 1989. Le problème des divisions bioclimatiques et floristiques au Sahara. Note X : Au Sahara occidental : la dorsale Reguibat et le Hank, approches biogéographique et géomorphologique, *Ecologia Mediterranea*, 1989, T. XIV, fasc. 3-4, pp. 57-84.
32. **Courel M.F., Barry J.P., Deconinck J.N., Jaouen X., Musso J., Riser J. & Rolando C.** 1991. Le problème des divisions bioclimatiques et floristiques au Sahara. Note XII : L'espace sahélien du Tagant méridional (Mauritanie), *Ecologia Mediterranea*, t. XVII, 1991, pp. 1-4 (paru en 1992).
33. **Courel M.F., Le Rhun J. & Rolando C.** 1993. Les écosystèmes littoraux de l'Aftout es Saheli en Mauritanie. *Journées du Programme Environnement CNRS/ORSTOM*, Lyon, 13-15 janvier 1993.
34. **Courel M.F., Le Rhun J. & Togola M.** 1996. *Effet de la sécheresse sur l'évolution d'un hydrosystème sahélien*. Rapport final, contrat de recherche n° 10.4/R.91.10 AUPELF/UREF, 22 p.
35. **Courel M.F., Jaouen X., Le Rhun J., Rolando C., Barry J.P. & Leterrier E.** 1996. Évolution récente d'un système lagunaire mauritanien : l'Aftout es Saheli en Mauritanie. *Revue Sécheresse*, 7, mars 1996, pp 33-39.
36. **Cressman K. & Symmons P.** 2001. *Directives sur le Criquet pèlerin. 1. Biologie et comportement*. - Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), Rome, 43 p.
37. **Cressman K.** 2001. *Directives sur le Criquet pèlerin. 2. Prospection*. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), Rome. 56 p.
38. **Cressman K.** 2001. *Directives sur le Criquet pèlerin. 3. Information et prévisions*. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), Fascicule 3. Rome, 46 p.

39. **Dagnelie P.** 1981. *Principes d'expérimentation*. Presses Agronomiques, Gembloux (Belgique). 182 p.
40. **Dagnelie P.** 1981. *Théories et méthodes statistiques, exercices*. Presses Agronomiques, Gembloux (Belgique). 186 p.
41. **Dagnelie P.** 1975. *Théories et méthodes statistiques, Applications agronomiques*. Vol 2. *Les méthodes d'inférence statistique*. Presses Agronomiques, Gembloux (Belgique). 463 p.
42. **Diggle P.J.** 1985. A kernel method for smoothing point process data. *Applied Statistics* (Journal of the Royal Statistical Society, series C), 34 (1985), 138–147.
43. **Dufour A. B., Royer M. & Lobry J. R.** Initiation à l'analyse factorielle des correspondances : Fiche TD avec logiciel R :tdr620.
[en ligne], disponible sur <<http://pbil.univ-lyon1.fr/R/pps/tdr620.pdf>>, consulté le 1/05/2011.
44. **Dufour A. B.** 2010. Les analyses en composantes principales inter et intra classes. Fiche TD avec logiciel R :tdr621.
[en ligne], disponible sur <<http://pbil.univ-Lyon1.fr/R/pps/tdr621.pdf>> consulté le 1/05/2011.
45. **Claire Durand.** 2005. *L'analyse factorielle et l'analyse de fidélité*.
[en ligne], disponible sur
<<http://www.mapageweb.unmontreal.ca/durandc/Enseignement/MethodesQuantitatives/facteur9.pdf>>, consulté le 20/06/2011.
46. **Duranton J.F., Launois M., Launois-Luong M.H. & Lecoq M.** 1982. *Manuel de prospection acridienne en zone tropicale sèche. De la théorie à la pratique*. Ministère des Relations Extérieures, Coopération et développement / GERDAT, Paris, 2 vol., 1496 p.
47. **Duranton J.F., Launois M., Launois-Luong M.H., Lecoq M. & Rachadi T.** 1987. *Guide antiacridien du Sahel*. Ministère de la Coopération / CIRAD-PRIFAS, Paris / Montpellier (France). 343 p.
48. **Frac A.** 2007. *Impact des transformations mésologiques sur la dynamique des populations et la grégation du Criquet nomade dans le bassin de la Sofia (Madagascar)*. Thèse de Doctorat, Université Paul Valéry : Montpellier (France). 408 p.
49. **Frac A., Andriamaroahina T., Duranton J.F. et al.** 2005. *La lutte préventive Antiacridienne à Madagascar*. CIRAD / Projet de Contribution à la Lutte Antiacridienne / Centre National Antiacridien, Montpellier (France). 140 p.
50. **Garba Y.** 1998. *Rôle de l'occupation des sols sur le peuplement acridien de la région de Banizoumbou (Niamey, Niger)*. Thèse de Docteur en sciences, Univ. Paris-Sud, Faculté d'Orsay, Paris. 219 p.
51. **Genet J.P.** Analyse factorielle et construction des variables. L'origine géographique des auteurs anglais (1300-1600)», *Histoire et mesure*.
[en ligne], disponible sur <<http://histoiremesure.revues.org/902>>, consulté le 3/07/2011.XVII.
52. **Ghaout S.** 1990. *Contribution à l'étude des ressources trophiques de Schistocerca gregaria (Forsk.) (Orthoptera, Acrididae) solitaire en Mauritanie occidentale et télédétection de ses biotopes par satellite*. Université Paris XI : Orsay. France, 241 p.
53. **Giroux C., Jeanguyot M. & Tricoit C.** 1991. *Manuel d'Édition Agronomique*. Première édition. CIRAD-ICRISAT, Montpellier (France). 145 p.
54. **Graf P., Sow M.M. & Sy A.** 2000. *La lutte intégrée contre les ennemis de cultures : guide pratique de défense des cultures pour la Mauritanie*. Nouakchott. 230 p.
55. **Hensens H.** 2004. *Rédaction de bibliographie : les normes et les usages*. IRD, Montpellier (France). 29 p.
56. **Husson F., Josse J., Le S. & Mazet J.** 2010. FactoMineR: Multivariate Exploratory Data Analysis and Data Mining with R. R package version 1.14. <http://CRAN.R-project.org/package=FactoMineR>

57. **Husson F., Josse J. & Pagès J.** *Analyse de données avec R. Complémentarité des méthodes d'analyses factorielle et de classification*. Rennes.
[en ligne], disponible sur <http://blogs.univ-paris5.fr/poggi/files/-1/3879/Husson_Josse_Pages.pdf>, consulté de 1/05/2011.
58. **Husson F. & Josse J.** 2010. missMDA: Handling missing values with/in multivariate data analysis (principal component methods). R package version 1.2. <http://CRAN.R-project.org/package=missMDA>
59. **Kriska M.A.** 2001. *Contribution à l'inventaire chorologique des biogéocénoses de l'Air et du Tamesna nigérien*. Mémoire de Diplôme EPHE, Montpellier (France), 132 p.
60. **Launois M.** 1978. *Modélisation écologique et simulation opérationnelle en acridologie. Application à Oedaleus senegalensis* (Krauss, 1877). Ministère de la coopération. Paris, 212 p.
61. **Lebrun J.P.** 1998. *Les bases floristiques des grandes divisions chorologiques de l'Afrique sèche*. Thèse de Docteur-ingénieur, Université Pierre et Marie Curie, Paris 6, Institut d'Élevage et de Médecine Vétérinaires des Pays Tropicaux (IEMVT), Paris, 483 p.
62. **Lebrun J.P.** 1998. Catalogue des plantes vasculaires de la Mauritanie et du Sahara occidental. *Boissiera*, **55**, 1998. Genève, 322 p.
63. **Lecoq M.** 1988. *Les criquets du Sahel*. Ministère des Affaires Étrangères des Pays-Bas/CIRAD-PRIFAS, La Haye (Pays-Bas)/Montpellier (France). 129 p.
64. **Lecoq M.** 1978. Biologie et dynamique d'un peuplement acridien de la zone soudanienne en Afrique de l'Ouest (*Orthoptera, Acrididae*). *Annales de la Société entomologique de France* (nouvelle série). **14**(4), 603-681.
65. **Lecoq M.** 2003. *La menace du Criquet pèlerin pour le développement agricole et la sécurité alimentaire et le rôle de la FAO pour son contrôle*. 8^{ème} Congrès de la Protection des Plantes, El Beida, Libye, 12-16 octobre 2003. p. 1-8.
66. **Lemercier C. & Sofio S.** 2010. *Tutoriel FactoMineR pour l'analyse des correspondances multiples avec une petite annexe sur la classification automatique*.
[en ligne], disponible sur <http://sd-5.archive-host.com/membres/up/3262206863616248/Lemercier_Sofio-ACM_sous_R.pdf>, consulté le 5/05/2011.
67. **Maire, R.** 1952. *Flore de l'Afrique du Nord (Maroc, Algérie, Tunisie, Tripolitaine, Cyrénaïque et Sahara). Vol. I (Ptéridophyta - Gymnospermae, Monocotyledonae)*. Paris. 371 p.
[en ligne], disponible sur <<http://www.scribd.com/doc/48829849/Maire-R-Flore-de-l-Afrique-du-Nord-Volume-1>>, consulté le 20/05/2011.
68. **Maire, R.** 1953. *Flore de l'Afrique du Nord (Maroc, Algérie, Tunisie, Tripolitaine, Cyrénaïque et Sahara). Vol. II, MONOCOTYLEDONAE*. Paris. 373 p.
[en ligne], disponible sur <<http://www.scribd.com/doc/48829849/Maire-R-Flore-de-l-Afrique-du-Nord-Volume-2>>, consulté le 20/05/2011.
69. **Maire, R.** 1953. *Flore de l'Afrique du Nord (Maroc, Algérie, Tunisie, Tripolitaine, Cyrénaïque et Sahara). Vol III, MONOCOTYLEDONAE*. Paris. 397 p. [en ligne], disponible sur <<http://www.scribd.com/doc/48829849/Maire-R-1955-Flore-de-l-Afrique-du-Nord-Volume-3>>, consulté le 21/05/2011.
70. **Martini P, Lecoq M., Soumaré L. & Chara B.,** 1998. *Proposition de programme de lutte contre le Criquet pèlerin dans la partie occidentale de son aire d'habitat*. Projet Système de prévention et de réaction rapide (EMPRES), composante acridienne (Criquet pèlerin) en région occidentale. FAO : Rome. 91 p., 4 fig., 9 tab. (doc. multigr.)
71. **Mestre J.** 1988. *Les acridiens des formations herbeuses d'Afrique de l'Ouest*. CIRAD-GERDAT-PRIFAS, Montpellier (France). 330 p.
72. **Monard A.** 1986. *Étude bioécologique des peuplements acridiens du Bas-Languedoc*. Thèse de Doctorat, Univ. Paris VI, 451 p.
73. **Monard A.** 1994. *L'information acridienne dans les pays membres de l'OCLOLAV (Benin, Burkina Faso, Cameroun, Côte d'Ivoire, Gambie, Mali, Mauritanie, Niger, Sénégal, Tchad). Collecte, transfert, analyse et diffusion*. CIRAD-GERDAT-PRIFAS : Montpellier (France) / Ministère de la coopération : Paris / OCLALAV : Dakar. XVI + 190 p.

74. **Monod T.** 1954. Contribution à l'étude du peuplement de la Mauritanie. Notes botaniques sur l'Adrar (Sahara occidental). *Bull. de L'I.F.A.N.* Sér. A.
75. **Monod T.** 1937. *Méharées. Explorations au vrai Sahara*. Éditions Je sers, Paris, 300 p., XXXIII pl.
76. **Murat M.** 1937. Végétation de la zone pré-désertique en Afrique Centrale (Région du Tchad). *Extrait du Bulletin de la société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord* [XXVIII] Alger. 82 p.
77. **Murat M.** 1939. Recherche sur le Criquet pèlerin (*Schistocerca gregaria* Forsk., Acrididae) en Mauritanie occidentale et au Sahara-espagnol, années 1937 et 1938. *Extrait du Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord*, Alger, 105-204, 4 fig., 11 tab.
78. **Murat M.** 1937. La végétation du Sahara occidentale en zone espagnole. *C.R des Séances de la Soc. de biogéographie*, (XXX) 3 : 63-67, 1 planche.
79. **Naegelé A.** 1958. Contribution à l'étude de la flore et des groupements végétaux de la Mauritanie. Plantes recueillies par Melle Odette du PUIGAUDEAU en 1950. *Bull. de l'I.F.A.N.*, sér. A, 3, 1958.
80. **Nicholas J., Lewin-Koh & Bivand R.** contributions by Edzer J. Pebesma, Eric Archer, Adrian Baddeley, Hans-Jörg Bibiko, Stéphane Dray, David Forrest, Michael Friendly, Patrick Giraudoux, Duncan Golicher, Virgilio Gómez Rubio, Patrick Hausmann, Karl Ove Hufthammer, Thomas Jagger, Sebastian P. Luque, Don MacQueen, Andrew Niccolai, Tom Short, Ben Stabler and Rolf Turner (2011). maptools: Tools for reading and handling spatial objects. R package version 0.8-7. <http://CRAN.R-project.org/package=maptools>
81. **Oksanen J., Guillaume Blanchet F., Kindt R., Legendre P., O'Hara R.B., Gavin L., Simpson, Solymos P., Henry M, Stevens H. & Wagner H.** 2011. Vegan: Community Ecology Package. R package version 1.17-10. <http://CRAN.R-project.org/package=vegan>
82. **Ottesen, P.S., Butrous M., Fossland, S., Jaavar, M.E.H., Johannsen B. & Sander, T.** 1999. *Field Tests on an Integrated Differential GPS Navigation and Spray Monitoring System for Aerial Desert Locust Control Operations*. FAO. 32 p.
83. **Ould Ahmedou M.L.** 2002. *Analyse écologique des formations grégaires de larves du Criquet pèlerin (Schistocerca gregaria Forskål, 1775) et leur impact sur les ressources végétales en Mauritanie*. Thèse de Doctorat, spécialité : biodiversité et environnement, option : bio écologie des acridiens.VI + 114 p.
84. **Ould Babah M.A.** 1977. Évaluation des campagnes antiacridiennes récentes en Mauritanie de 1986 à 1996. FAO : Rome. 27 p.
85. **Ould Babah M.A.** 2003. *Biogéographie du Criquet pèlerin en Mauritanie. Fonctionnement d'une aire grégarigène et conséquence sur l'organisation de la surveillance et de la lutte antiacridienne*. Stations de recherche acridienne sur le terrain, Séries techniques, FAO, Rome, 103 p.
86. **Ould Babah M.A. & Leffler V.** 1995. Criquet pèlerin en Mauritanie : évolution de la situation au cours de la période 1985-1995. *Conférence internationale sur les nouvelles stratégies de lutte antiacridienne (3-8 avril 1995)*. Bamako. 12 p.
87. **Ould Ely S., Mahamat H., Hassanali A., Njagi P.G.N., Bashir M.O. & El Amin S.E.** 2006. Mate location mechanism and phase-related mate preferences in solitary Desert Locust, *Schistocerca gregaria* (Forskål). *J. Chem. Ecol.* 32:1057-1069.
88. **Ould Ely S.** 2004. *Reproductive behavior of the solitary Desert Locust, Schistocerca gregaria (Forskål), in relation to semiochemical attributes of desert plants*. PhD thesis, University of Khartoum, Sudan, 167 p.
89. **Ould Taleb M.E.H.** 1996. *Variabilité des biotopes à l'interface plantes/Schistocerca gregaria (Forsk.) (Orthoptera, Acrididae) en Mauritanie*. Université Paris XI : Orsay. France, 106 p.
90. **Ould Taleb N.** 1999. *Ressources forestières en Mauritanie : collecte et analyse de données pour l'aménagement durable des forêts. Joindre les efforts nationaux et internationaux*. Archives des documents de la FAO, [en ligne], disponible sur <<http://www.fao.org/DOCREP/004/X6812F/X6812F00.htm>>, consulté le 21/06/2010.
91. **Ozenda P.** 1991. *Flore et végétation du Sahara*. CNRS, 3^{ème} édition, Paris, 662 p.

92. **Peng R.D.** with contributions from Murdoch D. <rpeng@jhsph.edu> and Rowlingson B.; GPC library by Alan Murta (2010). gpclip: General Polygon Clipping Library for R. R package version 1.5-1. <http://CRAN.R-project.org/package=gpclip>
93. **Popov G.B., Duranton J.F. & Gigault J.** 1991. *Étude écologique des biotopes du Criquet pèlerin Schistocerca gregaria (Forskål, 1775) en Afrique Nord Occidentale. Mise en évidence et description des unités écologiquement homogènes.* CIRAD-PRIFAS, Montpellier, 744 p.
94. **Popov G.B.** 1992. *Atlas des aires de reproduction du Criquet pèlerin.* FAO. 77 p., 53 cartes.
95. **Pebesma E.J. & Bivand R.S.** 2005. Classes and methods for spatial data in R. R News 5 (2), <http://cran.r-project.org/doc/Rnews/>.
96. **Rachadi T.** 1991. *Précis de lutte antiacridienne. Les pulvérisations d'insecticides.* Ministère de la coopération et du développement : Paris / CIRAD- PRIFAS : Montpellier (France). 312 p.
97. **Ramousse R., Le Berre M. & Le Guelte L.** 1996. Introduction aux statistiques. [en ligne], disponible sur : < <http://www.cons-dev.org/elearning/stat/multivarie/6-1/6-1.html>>, consulté le 31/05/2011.
98. **Rioux J. A.** 1960. *Mission épidémiologique au Nord-Tchad.* Comité de coordination scientifique du Sahara. Paris, 132 p.
99. **Ripley B.** and from 1999 to Oct 2002 **Lapsley M.** (2010). RODBC: ODBC Data base Access. R package version 1.3-2. <http://CRAN.R-project.org/package=RODBC>
100. **Roy J.** 2001. *Histoire d'un siècle de lutte anti-acridienne en Afrique.* Contributions de la France. L'Harmattan, Paris, 278 p.
101. **Sauvage C.** 1946. Notes botaniques sur le Zemmour (Mauritanie septentrionale). *Mémoires de l'office National Anti-acridien.* Vol. 1 : 7- 46.
102. **Sauvage C.** 1953. - Les récoltes botaniques des missions de l'Office national antiacridien au Sahara occidental. – *Bulletin de l'Office national anti-acridien* (Paris), 4 : 1-28
103. **Sehan J.F.** 2009. *Prise en main Excel 2007.* Éditions First, Paris. 227 p.
104. **Traoré O.** 2009. *Contribution à l'étude des effets de Metarhizium anisopliae var. acridum (Hyphomycètes) sur le comportement du Criquet pèlerin dans les conditions de laboratoire.* Mémoire d'étude. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Agadir (Maroc). 79 p.
105. **Uvarov B.** 1977. *Grasshoppers and Locusts: Behaviour, Ecology, Biogeography, population Dynamics.* Vol. 2. London, 613 p.
106. **Viescas J.L. & Conrad J.** 2007. *Access 2007, de fond en comble.* Microsoft, 614 p.
107. **Weidmann N.B.** <nils.weidmann@gmail.com>, Doreen Kuse <doreen.kuse@gmail.com> & Kristian Skrede Gleditsch <ksg@essex.ac.uk> 2011. cshapes: CShapes Dataset and Utilities. R package version 0.2-9. <http://CRAN.R-project.org/package=cshapes>
108. **Wilps H. & Diop B.** The effects of the insect growth regulator Triflumuron (Alsystin) on hopper bands of *Schistocerca gregaria*.- *International Journal of Pest Management*, **43**(1) : 19-25.
109. **Yacouba I.** 2010. *Contribution à l'analyse de la gestion de la crise acridienne 2004 au Niger : impacts socio-économiques écologiques et environnementaux.* Mémoire d'étude. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Agadir (Maroc). 74 p.

ANNEXES

Annexe 1a : Liste des espèces herbeuses utilisées dans les analyses factorielles multiples.

Classe	Taxon	Occ.	Famille	TBioGeo	TMB Raunk	Tmorpho
1	<i>Aerva javanica</i>	1850	Amaranthaceae	Trop-SS	Cham/The	BUP
	<i>Cyperus sp.</i>	688	Cyperaceae	RAS	RAS	RAS
	<i>Farsetia sp.</i>	1384	Brassicaceae	SS-Med	RAS	RAS
	<i>Heliotropium sp.</i>	1161	Boraginaceae	RAS	RAS	RAS
	<i>Limnium sp.</i>	355	Aizoaceae	RAS	RAS	RAS
	<i>Pancratium sp.</i>	582	Amaryllidaceae	RAS	Geo	Hvi
	<i>Tribulus sp.</i>	1566	Zygophyllaceae	RAS	RAS	RAS
	<i>Boerhavia sp.</i>	551	Nyctaginaceae	RAS	RAS	RAS
	<i>Zygophyllum sp.</i>	590	Zygophyllaceae	RAS	RAS	RAS
	<i>Tragus sp.</i>	5	Poaceae	Trop	RAS	RAS
2	<i>Linaria sp.</i>	1	Scrophulariaceae	RAS	RAS	RAS
	<i>Schouwia thebaica</i>	5031	Brassicaceae	SS	Thero	T
	<i>Stipagrostis plumosa</i>	1819	Poaceae	SS	Thero	Han
	<i>Cotula cinerea</i>	294	Asteraceae	SS-Med	The/Cham	Han
	<i>Echium horidum</i>	254	Boraginaceae	SS-Med	Thero	Han
	<i>Fagonia Arabica</i>	1910	Zygophyllaceae	SS	Thero	Han
	<i>Asphodelus tenuifolius</i>	7	Asphodelaceae	SS-Med	Thero	Han
	<i>Astragalus armatus</i>	11	Faba-Fabaceae	Med-SS	Cham	BUP
	<i>Asteriscus graveolens</i>	624	Asteraceae	SS	The/Cham	Han
	<i>Linaria sagittata</i>	69	Scrophulariaceae	SS-Med	Thero	Han
	<i>Euphorbia calyptata</i>	347	Euphorbiaceae	SS-Med	Thero	Han
	<i>Asparagus africanus</i>	14	Asparagaceae	Trop-Sahel	Cham	Lb
	<i>Morettia canescens</i>	317	Brassicaceae	Trop-SS	Thero	Han
	<i>Crotalaria saharae</i>	197	Faba-Fabaceae	SS	The/Cham	Han
	<i>Atractylis babil</i>	36	Asteraceae	end-Maghreb	Thero	Han
	<i>Stipagrostis acutiflora</i>	741	Poaceae	SS	hCrypt	Hvi
	<i>Astragalus mareoticus</i>	158	Faba-Fabaceae	Med-SS	Thero	Han
	<i>Diplotaxis pitardiana</i>	270	Brassicaceae	end-Maghreb	Thero	Han
	<i>Fagonia olivieri</i>	3464	Zygophyllaceae	SS	Thero	Han
	<i>Blepharis linearifolia</i>	8	Acanthaceae	Trop	Thero	Han
	<i>Trichodesma africana</i>	217	Boraginaceae	Trop-Sahel	Thero	Han
	<i>Mesembryanthemum theurkaufii</i>	40	Aizoaceae	Med+	Thero	Han
	<i>Plantago ciliata</i>	40	Plantaginaceae	SS-Med	Thero	Han
	<i>Aizoon canariense</i>	295	Aizoaceae	Med-SS	Thero	Han
	<i>Psoralea plicata</i>	820	Asteraceae	SS	Cham	Lb
	<i>Fagonia jolyi</i>	412	Zygophyllaceae	SS	Thero	Han
	<i>Aristida mutabilis meccana</i>	75	Poaceae	Trop-Sahel	Thero	Han
	<i>Reseda arabica</i>	35	Resedaceae	Med	Thero	Han
	<i>Crotalaria sp.</i>	82	Faba-Fabaceae	RAS	RAS	RAS
	<i>Pulicaria crispa</i>	113	Asteraceae	SS-Med	Cham/The	Lb
	<i>Sclerocarpus africanus</i>	96	Asteraceae	Trop-Soud-Guin	Thero	Han
	<i>Brachiaria mutica</i>	552	Poaceae	Trop-Sahel	Thero	Han
	<i>Farsetia aegyptiaca</i>	1250	Brassicaceae	SS-Med	Cham/The	Lb
	<i>Cassia italica</i>	2128	Faba-Caesalpinaceae	Trop-SS	The/Cham	Han
	<i>Eremobium aegyptiacum</i>	520	Poaceae	SS	Thero	Han
	<i>Molkiopsis cilata</i>	75	Boraginaceae	SS	Cham	Lb
	<i>Farsetia stylosa</i>	3873	Brassicaceae	SS	Thero	Han
	<i>Crotalaria senegalensis</i>	93	Faba-Fabaceae	Trop-Sahel	The/Cham	Han
	<i>Tribulus macropterus</i>	2907	Zygophyllaceae	SS	Thero	Han
	<i>Seetzenia latana</i>	93	Zygophyllaceae	SS-Trop	Thero	Han
	<i>Astragalus vogelii</i>	183	Faba-Fabaceae	Trop-SS	Thero	Han
	<i>Heliotropium ramosissimum</i>	5599	Boraginaceae	SS	Thero	Han
3	<i>Phyllanthus amarus</i>	1	Euphorbiaceae	Trop	Thero	Han
	<i>Forskaolea tenacissima</i>	1	Urticaceae	SS	Thero	Han
	<i>Oryza sp.</i>	9	Poaceae	Trop	RAS	RAS
	<i>Alysicarpus ovalifolius</i>	1617	Faba-Fabaceae	Trop	Thero	Han
	<i>Dactyloctenium aegyptiacum</i>	256	Poaceae	SS	Thero	Han
	<i>Panicum laetum</i>	2624	Poaceae	Trop	Thero	Han
	<i>Aristida funiculata</i>	1169	Poaceae	Trop-SS	Thero	Han

Classe	Taxon	Occ.	Famille	TBioGeo	TMB_Raunk	Tmorpho
	<i>Cultures</i>	879	INDET	Cult/Anthrop	RAS	RAS
	<i>Cynodon dactylon</i>	984	Poaceae	Cosm	hCrypt	Hvi
	<i>Stipagrostis hirtigluma</i>	7	Poaceae	SS-Trop	Thero	Han
	<i>Pennisetum millicimum</i>	196	Poaceae	Cult	Thero	Han
	<i>Cassia senegalensis</i>	332	Faba-Caesalpinaceae	Trop	Thero	Han
	<i>Suaeda monodiana</i>	5	Chenopodiaceae	SS	Thero	Han
4	<i>Kickxia aegyptiaca</i>	25	Scrophulariaceae	SS-Med	Thero	Han
	<i>Schoenefeldia gracilis</i>	187	Poaceae	Trop	Thero	Han
	<i>Cyperus articulatus</i>	80	Cyperaceae	Trop	hCrypt	Hvi
	<i>Mollugo cerviana</i>	42	Aizoaceae	Trop	Thero	Han
	<i>Euphorbia aegyptiaca</i>	682	Euphorbiaceae	SS	Thero	Han
	<i>Euphorbia granulata</i>	121	Euphorbiaceae	SS	Thero	Han
	<i>Aristida mutabilis</i>	75	Poaceae	Trop-Sahel	Thero	Han
	<i>Tenphrosia sp.</i>	26	Faba-Fabaceae	Trop	RAS	RAS
	<i>Limeum viscosum</i>	2283	Aizoaceae	Trop-Sahel	Thero	Han
	<i>Lotus sp.</i>	76	Faba-Fabaceae	SS-Med	RAS	RAS
	<i>Boerhavia viscosa</i>	65	Nyctaginaceae	Trop	Thero	Han
	<i>Limeum obovatum</i>	173	Aizoaceae	Trop-Sahel	Thero	Han
	<i>Indigofera argentea</i>	1124	Faba-Fabaceae	SS	Thero/Cham	Han
	<i>Cleome tenella</i>	67	Capparaceae	Trop	Thero	Han
	<i>Cyperus conglomerates</i>	1922	Cyperaceae	SS	hCrypt	Hvi
	<i>Bergia guineensis</i>	8	Elatinaceae	Trop	Cham	Lb
	<i>Cleome brachycarpa</i>	588	Elatinaceae	Trop	Thero	Han
	<i>Corchorus sp.</i>	178	Tiliaceae	Trop	RAS	RAS
	<i>Boerhavia repens</i>	2358	Nyctaginaceae	Trop-SS	Thero	Han
	<i>Anastatica hierochuntica</i>	397	Brassicaceae	SS-Med	Thero	Han
	<i>Dantonina spp.</i>	39	Poaceae	SS	Thero	Han
	<i>Cenchrus biflorus</i>	13913	Poaceae	Trop-Sahel	Thero	Han
	<i>Mollugo sp.</i>	3	Aizoaceae	Trop	Thero	Han
	<i>Digitaria vellutina</i>	108	Poaceae	Trop	Thero	Han
	<i>Eragrostis ciliaris</i>	214	Poaceae	PanTrop	Thero	Han
	<i>Tragus racemosus</i>	851	Poaceae	SS+	Thero	Han
	<i>Amaranthus graecizans</i>	57	Amaranthaceae	Cosm	Thero	Han
	<i>Echinochloa colona</i>	177	Poaceae	Cosm	Thero	Han
	<i>Cucumis prophetarum</i>	27	Cucurbitaceae	Trop-SS	Thero	Han
	<i>Cenchrus prieurii</i>	1925	Poaceae	Trop-Sahel	Thero	Han
	<i>Sesamum alatum</i>	71	Paedaliaceae	Trop	Thero	Han
	<i>Atractylis sp.</i>	113	Asteraceae	RAS	RAS	RAS
	<i>Centaurea pungens</i>	261	Asteraceae	SS-Med	Thero	Han
	<i>Portulaca oleracea</i>	43	Portulacaceae	Cosm	Thero	Han
	<i>Astragalus sp.</i>	439	Faba-Fabaceae	RAS	RAS	RAS
	<i>Brocchia cinerea</i>	468	Poaceae	SS-Med	The/Cham	Han
	<i>Boerhavia erecta</i>	233	Nyctaginaceae	Trop	Thero	Han
	<i>Indigofera microcarpa</i>	579	Faba-Fabaceae	Trop	Thero	Han
	<i>Cleome gynandra</i>	214	Capparaceae	Trop	Thero	Han
	<i>Gisekia pharnaceoides</i>	1461	Aizoaceae	Trop-SS	Thero	Han
	<i>Indigofera sp.</i>	4	Faba-Fabaceae	RAS	RAS	RAS
	<i>Tribulus terrestris</i>	6552	Zygophyllaceae	Cosm	Thero	Han
	<i>Chloris barbata</i>	571	Poaceae	Trop-Sahel	Thero	Han
	<i>Indigofera senegalensis</i>	2947	Faba-Fabaceae	Trop	Thero	Han
	<i>Ipomoea sp.</i>	50	Convolvulaceae	RAS	RAS	RAS
	<i>Polygala erioptera</i>	27	Caryophyllaceae	Trop	hCrypto	Han
	<i>Aristida adsencionis</i>	16	Poaceae	Trop	Thero	Han
	<i>Latipes senegalensis</i>	490	Poaceae	Trop	Thero	Han
	<i>Indigofera africana</i>	31	Faba-Fabaceae	RAS	RAS	RAS
	<i>Pancreatium trianthum</i>	258	Amaryllidaceae	SS+	Geo	Hvi
5	<i>Aristida sp.</i>	2999	Poaceae	RAS	RAS	RAS
	<i>Euphorbia sp.</i>	1445	Euphorbiaceae	RAS	RAS	RAS
	<i>Hyoscyamus muticus</i>	212	Solanaceae	SS	The/hCrypt	Han
	<i>Citrullus colocynthis</i>	1379	Cucurbitaceae	SS	hCrypt	Hvi
	<i>Caylusea hexagyna</i>	767	Resedaceae	SS-Trop	The/hCrypt	Han
	<i>Zygophyllum simplex</i>	540	Zygophyllaceae	Trop-SS	Thero	Han

Classe	Taxon	Occ.	Famille	TBioGeo	TMB_Raunk	Tmorpho
6	<i>Cotula sp.</i>	98	Asteraceae	RAS	RAS	RAS
	<i>Brocchia sp.</i>	226	Poaceae	SS-Med	The/Cham	Han
	<i>Seetzenia africana</i>	17	Zygophyllaceae	SS-Trop ???	???	
	<i>Fagonia sp.</i>	1475	Zygophyllaceae	SS	Thero	Han
	<i>Cassia spp.</i>	224	Faba-Caesalpinaceae	RAS	RAS	RAS
	<i>Cleome sp.</i>	121	Capparaceae	Trop	RAS	RAS

Occ : Occurrence ; TBioGeo : Type biogéographique ; TMB_Raunk : Type biomorphologique ; Tmorph : Type morphologique.

Annexe 1b : Liste des espèces pérennes utilisées dans les analyses factorielles multiples.

Classe	Taxon	Occ.	Famille	TBioGeo	TMB	Tmorpho
1	<i>Salsola imbricata</i>	508	Chenopodiaceae	SS-Med	Cham	Lb
	<i>Zygophyllum waterlotii</i>	57	Zygophyllaceae	end-Maghreb	Cham	Lb
	<i>Lotus anabais</i>	44	Faba-Fabaceae	SS-Med	RAS	RAS
	<i>Anabasis articulata</i>	1	Chenopodiaceae	SS-Med	Cham	Lb
	<i>Capparis spinosa</i>	661	Capparaceae	Med-SS	nPhan	Lb
	<i>Chrozophora senegalensis</i>	51	Euphorbiaceae	Trop-Sahel		
	<i>Panicum turgidum</i>	14464	Poaceae	SS-Trop	hCrypt	Hvi
	<i>Stipagrostis pungens</i>	3802	Poaceae	SS-Med	hCrypt	Hvi
	<i>Dalbergia melanoxylon</i>	8	Faba-Fabaceae	Trop	Phan	Lht
	<i>Pergularia tomentosa</i>	385	Asclepiadaceae	SS	Cham	Lb
	<i>Jatropha chevalieri</i>	9	Euphorbiaceae	Macaronésie	nPhan	Lb
	<i>Nucularia perrinii</i>	1978	Chenopodiaceae	SS	Cham	Lb
	<i>Abutilon panosum</i>	5	Malvaceae	Trop	nPhan	Lb
2	<i>Pergularia daemia</i>	813	Asclepiadaceae	Trop	Cham	Lb
	<i>Combretum micranthum</i>	1320	Combretaceae	Trop-Sahel	nPhan	Lb
	<i>Combretum glutinosum</i>	548	Combretaceae	Trop-Sahel	Phan	Lht
	<i>Guiera senegalensis</i>	88	Combretaceae	Trop-Sahel	nPhan	Lb
	<i>Faidherbia albida</i>	39	Faba-Mimosaceae	Trop-Sahel	Phan	Lht
	<i>Prosopis juliflora</i>	173	Faba-Mimosaceae	Cult	Phan	Lht
	<i>Cassia senna</i>	47	Faba-Caesalpinaceae	Trop-SS	Cham	Lb
	<i>Indigofera oblongifolia</i>	507	Faba-Fabaceae	Trop	Cham	Lb
	<i>Combretum aculeatum</i>	237	Boraginaceae	Trop-Sahel	nPhan	Lb
	<i>Grewia tenax</i>	24	Tiliaceae	Trop-Sahel	nPhan	Lb
	<i>Tamarindus indica</i>	14	Faba-Caesalpinaceae	Trop	Phan	Lht
	<i>Gymnosporia senegalensis</i>	10	Celastraceae	Trop-SS	nPhan	Lb
	<i>Acacia Senegal</i>	3054	Faba-Mimosaceae	Trop	Phan	Lht
	<i>Bauhinia rufescens</i>	424	Faba-Caesalpinaceae	Trop	Phan	Lht
	<i>Commiphora africana</i>	599	Nyctaginaceae	Trop-Sahel	Phan	Lht
	<i>Boscia senegalensis</i>	2749	Capparaceae	Trop-Sahel	Phan	Lht
	<i>Salvadora persica</i>	267	Salvadoraceae	SS-Trop	Phan	Lht
	<i>Maerua crassifolia</i>	10888	Capparaceae	Trop-SS	Phan	Lht
	<i>Amdropogon gayanus</i>	33	Poaceae	Trop	Cham	Hvi
	<i>Capparis decidua</i>	4725	Capparaceae	Trop-SS	Phan	Lb
	<i>Acacia ehrenbergiana</i>	7343	Faba-Mimosaceae	SS-Trop	Phan	Lht
	<i>Acacia tortilis raddiana</i>	14502	Faba-Mimosaceae	SS-Trop	Phan	Lht
	<i>Calotropis procera</i>	5933	Asclepiadaceae	Trop-SS	Phan	Lb
	<i>Tamarix senegalensis</i>	546	Tamaricaceae	Trop-Sahel	nPhan	Lb
	<i>Phoenix dactylifera</i>	1085	Arecaceae	Med-SS	Phan	Lht
	<i>Lasiurus hirsutus</i>	37	Poaceae	SS	hCrypt	Hvi
	<i>Tamarix aphylla</i>	81	Tamaricaceae	SS	Phan	Lht
	<i>Balanites aegyptiaca</i>	15374	Balanitaceae	Trop-SS	Phan	Lht
	<i>Leptadenia pyrotechnica</i>	6987	Asclepiadaceae	Trop-SS	nPhan	Lb
	<i>Ricinus communis</i>	4	Euphorbiaceae	Trop	nPhan	Lb
	<i>Calligonum comosum</i>	290	Polygonaceae	SS	nPhan	Lb
	<i>Ziziphus mauritiana</i>	1687	Rhamnaceae	Trop	Phan	Lb
3	<i>Zornia diphylla</i>	2	Faba-Fabaceae	Trop	Thero	Han
	<i>Chrozophora sp.</i>	34	Euphorbiaceae	Trop-Sahel		
	<i>Ziziphus sp.</i>	122	Rhamnaceae	RAS	Phan	Lb
	<i>Combretum sp.</i>	166	Combretaceae	Trop		
	<i>Grewia sp.</i>	1	Tiliaceae	RAS	RAS	RAS
	<i>Pergularia spp.</i>	47	Asclepiadaceae	RAS	RAS	RAS
	<i>Acacia sp.</i>	4572	Faba-Mimosaceae	RAS	Ras	Lht
	<i>Euphorbia balsamifera</i>	1993	Euphorbiaceae	Trop	nPhan	Lb
	<i>Grewia bicolor</i>	51	Tiliaceae	Trop-SS	nPhan	Lb
	<i>Typha sp.</i>	9	Typhaceae	RAS	RAS	RAS
	<i>Cymbopogon schoenanthus</i>	73	Poaceae	SS-Trop	hCrypt	Hvi
	<i>Sclerocarya birrea</i>	358	Anacardiaceae	Trop-Sahel	Phan	Lht
	<i>Adenium obseum</i>	60	Apocynaceae	Trop	nPhan	Lb
	<i>Hyphaene thebaica</i>	38	Arecaceae	Trop-Sahel	Phan	Lht
	<i>Salsola sp.</i>	108	Chenopodiaceae	RAS	RAS	RAS

Classe	Taxon	Occ.	Famille	TBioGeo	TMB	Tmorpho
4	<i>Suaeda sp.</i>	3	Chenopodiaceae	RAS	Cham	Lb
	<i>Cornulaca monacantha</i>	5	Chenopodiaceae	SS	Cham	Lb
	<i>Reseda sp.</i>	3	Resedaceae	Med+		
	<i>Nucularia sp.</i>	391	Chenopodiaceae	SS	Cham	Lb
	<i>Tamarix sp.</i>	148	Tamaricaceae	RAS	RAS	RAS
	<i>Zygophyllum gaetulum</i>	45	Zygophyllaceae	???		

Annexe 2 : Tableau des corrections des données floristiques de la période de Locdat.

Taxon_RAMSES	Taxon_LOCDAT	Remplacement_1	Remplacement_2
<i>Leptadenia pyrotechnica</i>	<i>Acacia sp.</i>	\$\$_Acacia sp.	\$\$\$_Balanites aegyptiaca
Crt_ND	<i>Aerva javanica</i>	\$_Aerva javanica	
<i>Anastatica hierochuntica</i>	<i>Anastatica hierochuntica</i>		
<i>Panicum turgidum</i>	<i>Aristida (Stipagrostis) pungens</i>	\$\$_Stipagrostis pungens	
<i>Tribulus spp</i>	<i>Aristida plumosa</i>	\$\$_Aristida plumosa	\$\$\$_Stipagrostis plumosa
<i>Aristida plumosa</i>	<i>Aristida sp.</i>	\$\$_Aristida sp.	
Crt_ND	<i>Astragalus sp.</i>		\$\$\$_Cassia spp.
Crt_ND	<i>Balanites aegyptiaca</i>		
Crt_ND	<i>Bauhinia ruffescens</i>		
Crt_ND	<i>Boerhavia sp.</i>		
<i>Aristida pungens</i>	<i>Boscia senegalensis</i>	\$\$_Boscia senegalensis	
Crt_ND	<i>Brocchia sp. = Cotula sp.</i>		\$\$\$_Cenchrus biflorus
<i>Balanites aegyptiaca</i>	<i>Calotropis procera</i>	\$\$_Calotropis procera	
Crt_ND	<i>Capparis decidua</i>		
Crt_ND	<i>Cassia sp.</i>		
<i>Boerhaavia spp.</i>	<i>Caylusea hexagyna</i>	\$\$_Caylusea hexagyna	
<i>Brochia cinerea</i>	<i>Cenchrus biflorus</i>	\$\$_Cenchrus biflours	\$\$\$_Cotula sp.
<i>Cassia spp.</i>	<i>Citrullus colocynthis</i>	\$\$_Citrullus colocynthis	
<i>Caylussea hexagyna</i>	<i>Cleome sp.</i>	\$\$_Cleome sp.	
<i>Sclerocarya birrea</i>	<i>Combretum sp.</i>	\$\$_Combretum sp.	
<i>Phoenix dactylifera</i>	<i>Commiphora africana</i>	\$\$_Commiphora africana	
<i>Cenchrus biflorus</i>	<i>Cotula sp. (cinerea) = Brocchia sp. ?</i>	\$\$_Brocchia sp.	\$\$\$_Cotula spp.
<i>Shouwia thebaica</i>	<i>Cyperus sp.</i>	\$\$_Cyperus sp.	
<i>Bauhinia ruffessens</i>	<i>Euphorbia balsamifera</i>	\$\$_Euphorbia balsamifera	
<i>Limeum spp.</i>	<i>Euphorbia sp.</i>	\$\$_Euphorbia sp.	\$\$\$_Schouwia thebaica
<i>Citrullus colocynthis</i>	<i>Fagonia sp.</i>	\$\$_Fagonia sp.	
<i>Heliotropium ramosum</i>	<i>Farsertia sp.</i>	?????	
<i>Pancratium trianthum</i>	<i>Gisekia pharnacioides</i>	\$\$_Gisekia pharnaceoides	
<i>Cleome spp.</i>	<i>Heliotropium sp. (= ramosissimum)</i>	\$\$_Heliotropium sp.	\$\$\$_Farsetia sp.
Crt_ND	<i>Hyocyamus muticus</i>		
Crt_ND	<i>Indigofera sp.</i>		
<i>Boscia senegalensis</i>	<i>Leptadenia pyrotechnica</i>	\$\$_Leptadenia pyrotechnica	
<i>Hyocyamus muticus</i>	<i>Limeum sp.</i>	\$\$_Limeum sp.	
<i>Calotropis procera</i>	<i>Maerua crassifolia</i>	\$\$_Maerua crassifolia	\$\$\$_Capparis decidua
<i>Salvadora persica</i>	<i>Nucularia sp.</i>	\$\$_Nucularia sp.	
Crt_ND	<i>Pancratium sp. (= trianthum)</i>		
<i>Combretum spp.</i>	<i>Panicum turgidum</i>	\$\$_Panicum turgidum	
<i>Cyperus spp.</i>	<i>Pergularia tomentosa</i>	\$\$_Pergularia tomentosa	\$\$\$_Astragalus spp.
<i>Capparis decidua</i>	<i>Phoenix dactylifera</i>	\$\$_Phoenix dactylifera	
<i>Salsola spp.</i>	<i>Salsola sp.</i>	\$\$_Salsola sp.	
<i>Commiphora africana</i>	<i>Salvadora persica</i>	\$\$_Salvadora persica	
<i>Euphorbia balsamifera</i>	<i>Schouwia thebaica</i>	\$\$_Schouwia thebaica	\$\$\$_Tamarix spp.
<i>Tamarix spp.</i>	<i>Sclerocarya birrea</i>	\$\$_Sclerocarya birrea	
<i>Fagonia spp.</i>	<i>Seetzenia africana</i>	\$\$_Seetzenia africana	
Crt_ND	<i>Tamarix sp.</i>		
<i>Farsetia spp.</i>	<i>Tribulus sp.</i>	\$\$_Tribulus sp.	

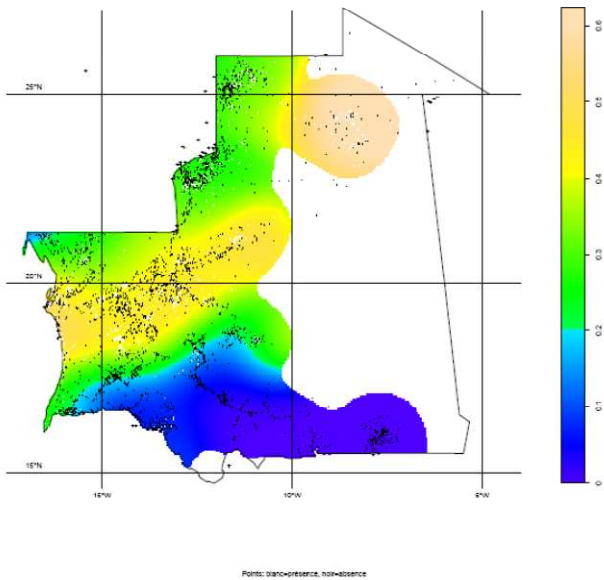
Taxon_RAMSES	Taxon_LOCDAT	Remplacement_1	Remplacement_2
<i>Nucularia</i>	<i>Ziziphus sp.</i>	<i>\$\$_Ziziphus sp.</i>	
<i>Ziziphus spp.</i>	<i>Zygophyllum sp. (= simplex ?)</i>	<i>\$\$_Zygophyllum sp.</i>	
<i>Gisekia pharnaceoides</i>	<i>Zygophyllum spp. (= simplex ?)</i>	<i>\$\$_Zygophyllum sp.</i>	
Nouvelles corrections apportées aux différents taxons	<i>arb = '\$\$_Zygophyllum</i>		<i>\$\$\$_cf Zygo gaetula</i>
Nouvelles corrections apportées aux différents taxons	<i>arb= Zygophyllum simplex</i>		<i>\$\$\$_Bauhinia rufescens</i>
Nouvelles corrections apportées aux différents taxons	VA_30 : Inconnu		<i>\$\$\$_Boheravia spp.!!!</i>
Nouvelles corrections apportées aux différents taxons	<i>Cotula cinerea</i>		<i>\$\$\$_Hyoscyamus muticus</i>

Annexe 3 : Tableau des corrections des données de l'habitat.

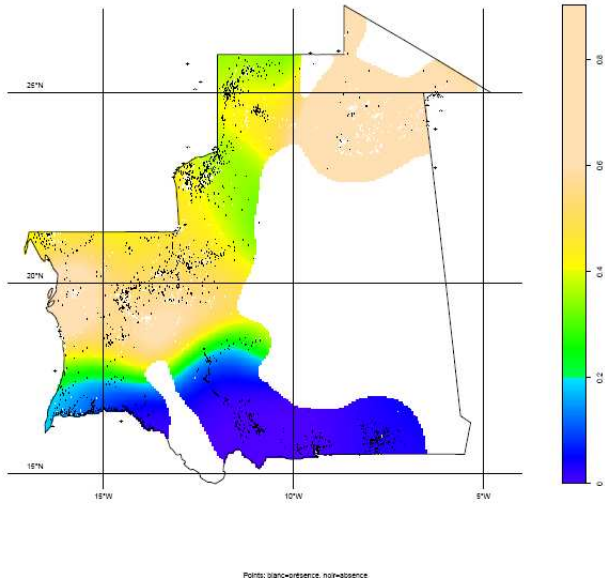
	Ancienne situation de l'habitat	Situation intermédiaire	Dernière situation
1	Oued	Oued	Cuvette
2	Oued/cuvette	Oued/cuvette	Oued
3	Oued/cuvette/plaine	Oued/cuvette/interdunes	Interdunes
4	Oued/interdunes	Oued/cuvette/interdunes/plaine	Plaine
5	Oued/interdunes/cuvette	Oued/cuvette/plaine	
6	Oued/cuvette/plaine	Oued/interdunes	
7	Oued/oued	Oued/interdunes /Plaine	
8	Oued/plaine	Oued/plaine	
9	Oued/plaine/interdunes	Cuvette	
10	Oued/plaine/cuvette	Cuvette/interdunes	
11	Oued/plaine/interdunes/cuvette	Cuvette/interdunes/plaine	
12	Interdunes	Cuvette/plaine	
13	Interdunes/cuvette	Interdunes	
14	Interdunes/oued	Interdunes/plaine	
15	Interdunes/cuvette/oued	Plaine	
16	Interdunes /plaine/cuvette		
17	Interdunes/oued/cuvette		
18	Interdunes/plaine		
19	Interdunes/plaine/oued		
20	Interdunes/plaine/plaine		
21	Interdunes/cuvette/plaine/oued		
22	Interdunes/cuvette/plaine		
23	Interdunes/cuvette/oued/plaine		
24	Interdunes/oued/plaine		
25	Interdunaires/cuvette		
26	Interdunaires/Oued/cuvette		
27	Cuvette		
28	Cuvette/Plaine		
29	Cuvette/oued/plaine		
30	Cuvette/plaine/oued		
31	Cuvette/plaine/interdunes		
32	Cuvette/plaine/cuvette		
33	Cuvette/oued		
34	Cuvette/interdunes/plaine		
35	Cuvette/interdunes		
36	Cuvette/cuvette		
37	Plaine		
38	Plaine/interdunes		
39	Plaine/interdunes/cuvette		
40	Plaine/cuvette		
41	Plaine/oued		
42	Plaine/oued/cuvette		
43	Ville		

Annexe 4 : Cartes de probabilité d'observation des criquets sur cadence mensuelle.

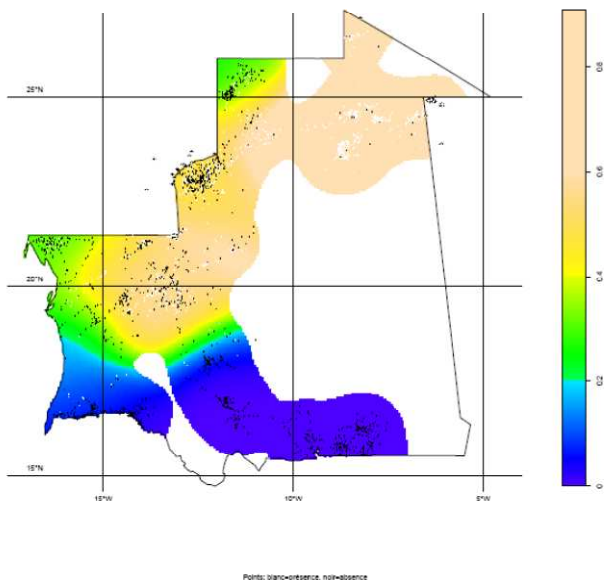
Mois de janvier



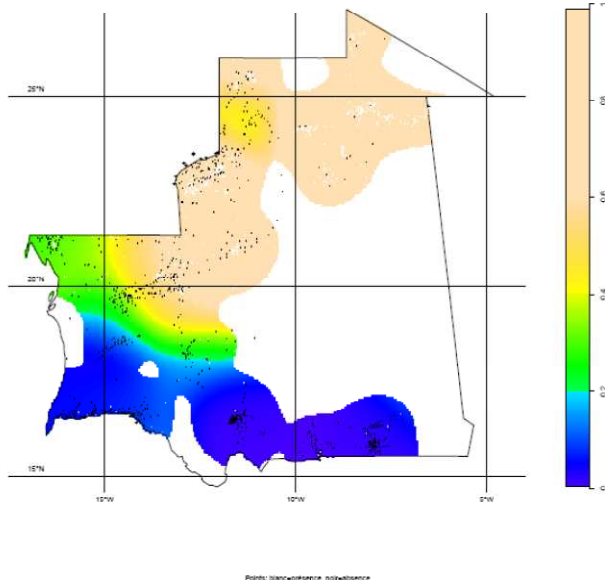
Mois de février



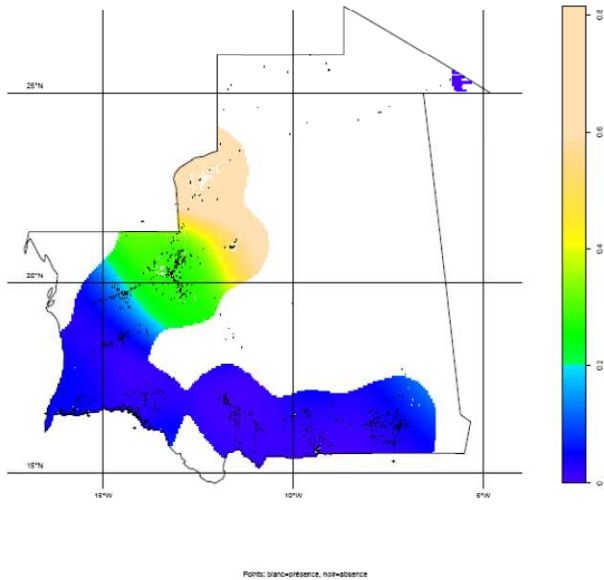
Mois de mars



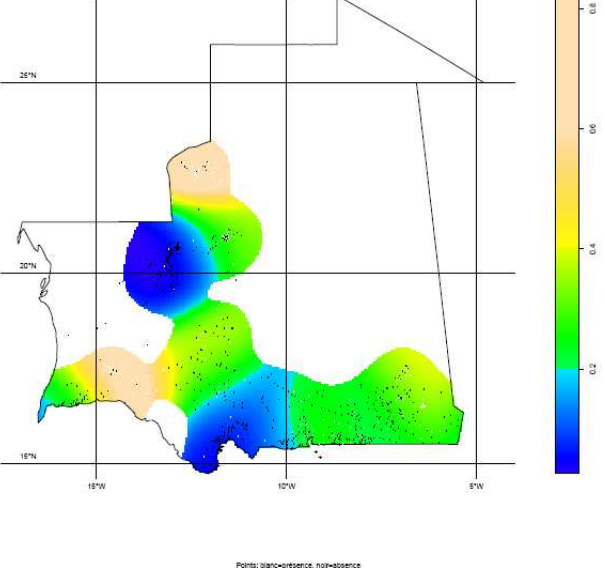
Mois d'avril



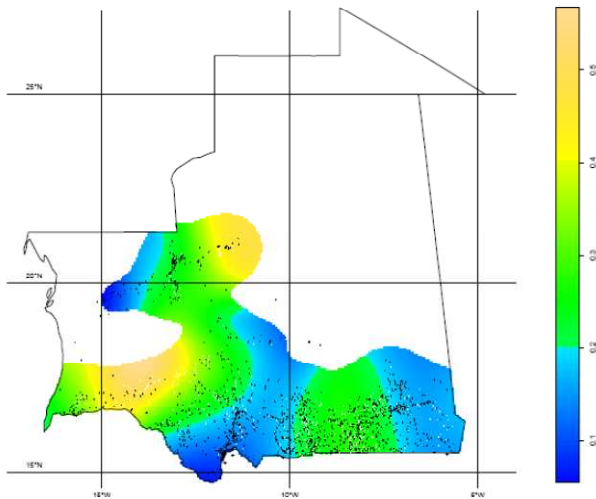
Mois de mai



Mois de juin

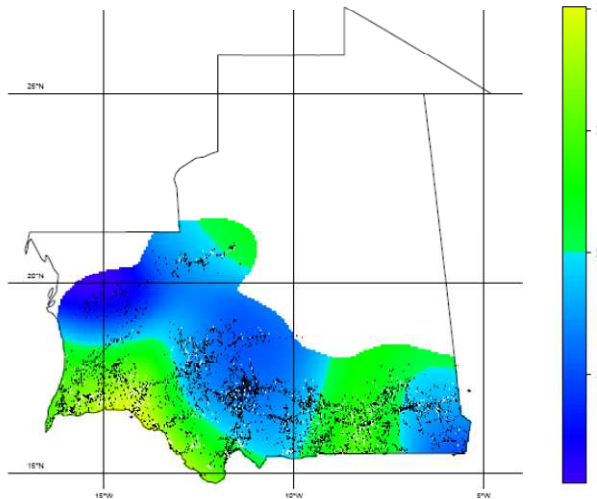


Mois de juillet



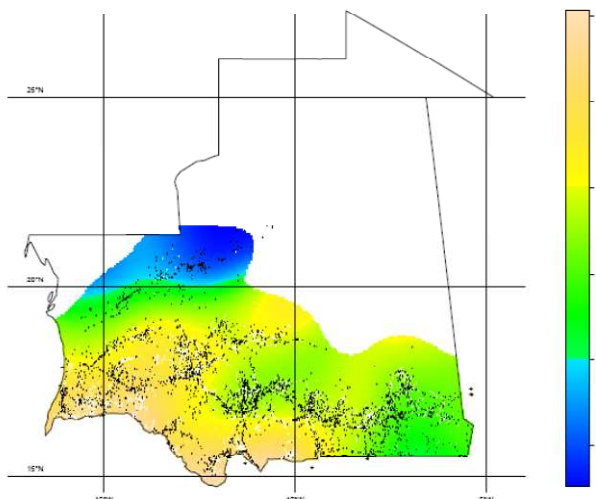
Points: blanc=présence, noir=absence

Mois d'août



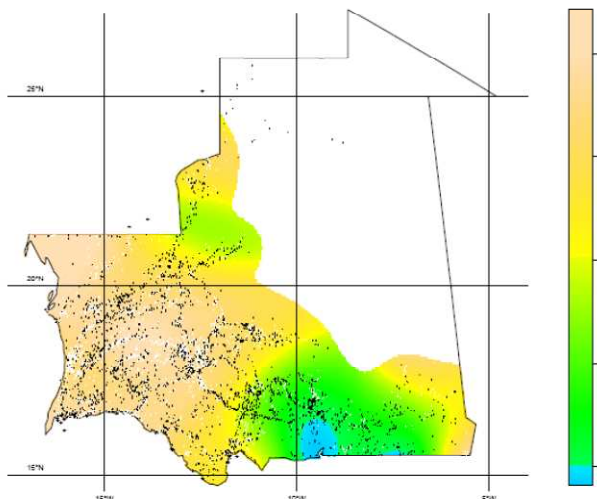
Points: blanc=présence, noir=absence

Mois de septembre



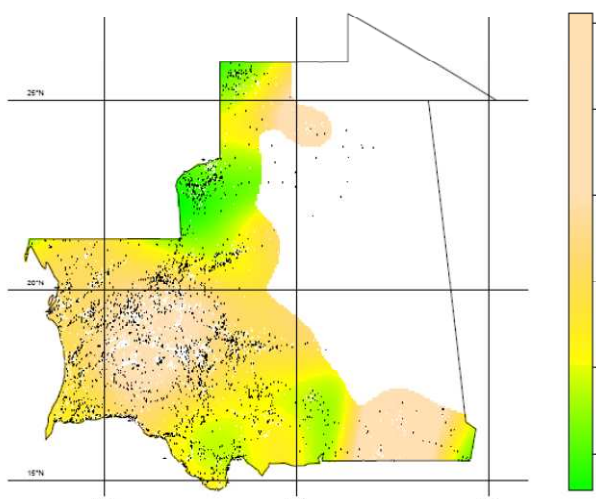
Points: blanc=présence, noir=absence

Mois d'octobre



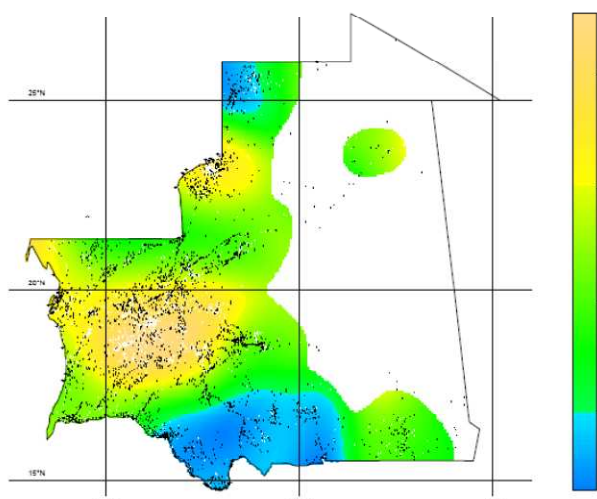
Points: blanc=présence, noir=absence

Mois de novembre



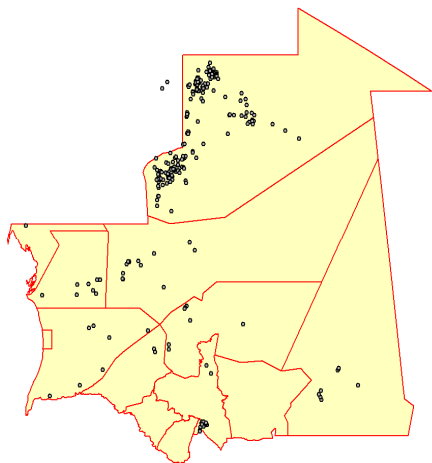
Points: blanc=présence, noir=absence

Mois de décembre

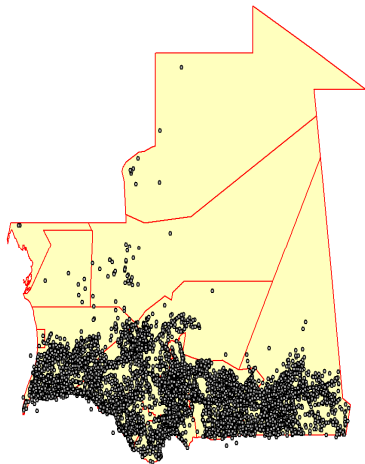


Points: blanc=présence, noir=absence

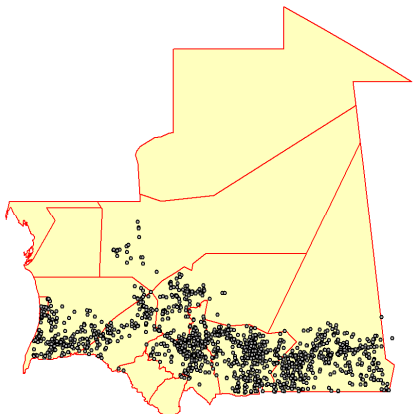
Annexe 5 : Correction des cartes floristiques



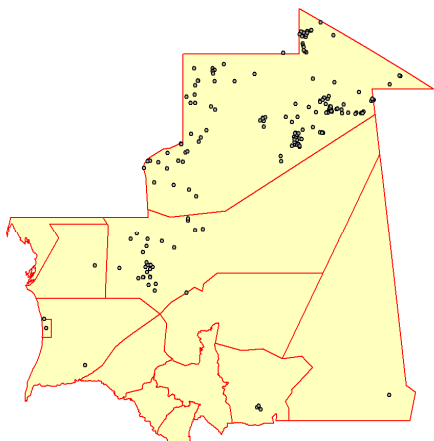
Carte "Cotula sp. (Brocchia sp.) Locdat 18 429 enregistrements



Carte "Cenchrus biflorus" Locdat 18 429 enregistrements



Carte "Cenchrus biflorus" RAMSES revue 55 520 enregistrements



Carte "Brocchia sp. (Cotula sp.) RAMSES 36 000 enregistrements

Annexe 6 : Liste des variables retenues pour l'analyse.

dimnames (res\$var\$coord)

[[1]]

[1] "VarLarve_0" "VarLarve_1" "VarLarve_2"
[4] "VarLarve_3" "VarAiles_0" "VarAiles_1"
[7] "VarAiles_2" "VarAiles_3" "Cuvette.NA"
[10] "Cuvette_FALSE" "Cuvette_TRUE" "Oued.NA"
[13] "Oued_FALSE" "Oued_TRUE" "Interdunes.NA"
[16] "Interdunes_FALSE" "Interdunes_TRUE" "Plaine.NA"
[19] "Plaine_FALSE" "Plaine_TRUE" "VCH.NA"
[22] "VCH_(-1,0]" "VCH_(0,25]" "VCH_(25,50]"
[25] "VCH_(50,75]" "VCH_(75,100]" "VCP.NA"
[28] "VCP_(-1,0]" "VCP_(0,25]" "VCP_(25,50]"
[31] "VCP_(50,75]" "VCP_(75,100]" "TextureFine.NA"
[34] "TextureFine_0" "TextureFine_1" "TextureGrossière.NA"
[37] "TextureGrossière_0" "TextureGrossière_1" "VarDynamHerb_0"
[40] "VarDynamHerb_1" "VarDynamHerb_2" "VarDynamHerb_3"
[43] "VarDynamHerb_4" "VarDynamHerb_5" "ClassCommHerb.NA"
[46] "ClassCommHerb_1" "ClassCommHerb_2" "ClassCommHerb_3"
[49] "ClassCommHerb_4" "ClassCommHerb_5" "ClassCommHerb_6"
[52] "ClassCommPerr.NA" "ClassCommPerr_1" "ClassCommPerr_2"
[55] "ClassCommPerr_3" "ClassCommPerr_4" "Détrempé"
[58] "Humide" "HumSol.NA" "Sec"
[61] "VVH.NA" "VVH_0" "VVH_100"
[64] "VVH_25" "VVH_50" "VVH_75"
[67] "VVP.NA" "VVP_0" "VVP_100"
[70] "VVP_25" "VVP_50" "VVP_75"
[73] "VarEtatAiles.NA" "VarEtatAiles_0" "VarEtatAiles_1"
[76] "VarEtatAiles_2" "VarEtatAiles_3" "VarEtatLarve.NA"
[79] "VarEtatLarve_0" "VarEtatLarve_1" "VarEtatLarve_2"
[82] "VarEtatLarve_3" "VarEtatLarve_4"

[[2]]

[1] "Dim 1" "Dim 2" "Dim 3" "Dim 4" "Dim 5"
